



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

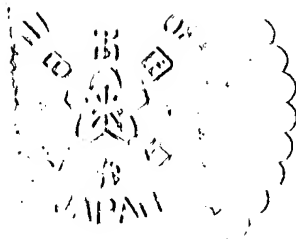
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 1 9 日
Date of Application:

Fujio AKAHANE, et al. Q77088
FORGING PUNCH, MINUTE FORGING.....
Darryl Mexic 202-293-7060
February 17, 2004
2 of 2

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 9 5 5 8 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 9 5 5 8 5]

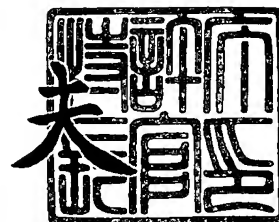
出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):



2 0 0 3 年 9 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願
【整理番号】 J0101350
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B41J 2/16
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 高島 永光
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 紅林 昭治
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 羽毛田 和重
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 上杉 良治
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 赤羽 富士男
【特許出願人】
 【識別番号】 000002369
 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100095728
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 上柳 雅誉
 【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 5 2 8
【選任した代理人】
 【識別番号】 100107076
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 藤網 英吉
【選任した代理人】
 【識別番号】 100107261
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 須澤 修
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-239562
 【出願日】 平成14年 8月20日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 013044
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0109826

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

所定ピッチで平行に配列された突条部および各突条部の間に形成された空隙部が設けられた第 1 金型と組をなし、金属素材板に両面から鍛造加工を行なう際に第 2 金型として用いられる鍛造加工用パンチであって、上記第 2 金型は、上記突条部の長手方向における中間部に対応する部分に、突条部の配列方向に延びる凹部が設けられていることを特徴とする鍛造加工パンチ。

【請求項 2】

上記第 2 金型は、仮成形用の仮成形金型と、該仮成形金型による仮成形後に仕上げ加工を行なうための仕上げ金型とを有する請求項 1 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 3】

上記仮成形金型は、上記空隙部に対向するとともに上記空隙部と略同じ長さの筋状突起が設けられ、この筋状突起に長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部が設けられている請求項 2 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 4】

上記仮成形金型は、上記突条部に対向するとともに上記突条部と略同じ長さの筋状突起が設けられ、この筋状突起に長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部が設けられている請求項 2 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 5】

上記各中間部は、上記突条部および筋状突起の長さ方向の略中央部である請求項 1～4 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 6】

上記凹部は、円弧状の凹部形状である請求項 1～5 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 7】

上記凹部は、複数の平面で構成された凹部形状である請求項 1～5 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 8】

上記凹部の中間部分に隆起形状部が設けられている請求項 1～5 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 9】

上記凹部の中間部分に補強隆起部が設けられている請求項 1～5 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 10】

上記凹部の中間部分に逃げ凹部が設けられている請求項 1～5 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 11】

上記筋状突起の長手方向の凹部の長さは、筋状突起の長さの約 $2/3$ 以下である請求項 3～10 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 12】

上記筋状突起の凹部の長さ寸法に対する深さ寸法の比は、約 0.05～約 0.3 である請求項 3～11 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 13】

上記筋状突起の高さ寸法に対する筋状突起の凹部の深さ寸法の比は、約 0.5～約 1 である請求項 3～12 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 14】

上記筋状突起の少なくとも上記凹部の部分は、その表面が平滑に仕上げられている請求項 3～13 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 15】

上記筋状突起は、先端が尖った楔形状とされている請求項 3～14 のいずれか一項に記

載の鍛造加工パンチ。

【請求項 16】

上記楔形状は、楔角が鋭角とされている請求項 15 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 17】

上記筋状突起のピッチは、0.3 mm 以下とされている請求項 3～16 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 18】

上記仕上げ金型は、平坦面に上記凹部が設けられたものである請求項 2 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 19】

上記仕上げ金型の凹部は、仮成形によって金属素材板に形成された隆起部を収容する収容凹部である請求項 18 記載の鍛造加工用パンチ。

【請求項 20】

上記平坦面は、上記突条部の配列方向における端部近傍の箇所が端部に向かって低くなる表面形状とされている請求項 18 または 19 記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 21】

上記仕上げ金型の収容凹部の深さ寸法と長さ寸法は、それぞれ 0.05～0.15 mm と 0.5～1 mm である請求項 18～20 のいずれか一項に記載の鍛造加工パンチ。

【請求項 22】

少なくとも所定ピッチで平行に配列された突条部および各突条部の間に形成された空隙部が設けられた第 1 金型と、上記第 1 金型との間で金属素材板の両面から鍛造加工を行ない、上記突条部の長手方向における中間部に対応する部分に、突条部の配列方向に延びる凹部が設けられている第 2 金型とを含んで構成されたことを特徴とする鍛造加工装置。

【請求項 23】

上記第 2 金型が、先行して加工動作をする仮成形用の仮成形金型と、当該仮成形金型による仮成形に引続いて仕上げ加工を行なう仕上げ金型とから構成されている請求項 22 記載の鍛造加工装置。

【請求項 24】

第 1 金型と第 2 金型との間で金属素材板に鍛造加工を行なう微細鍛造加工方法であって、上記第 1 金型には、平行に配列された突条部とこれら突条部の間に形成された空隙部が設けられ、上記第 2 金型には、上記空隙部と略同じ長さで上記空隙部内への素材流動を行なう筋状突起が設けられ、この筋状突起には長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部が設けられている仮成形金型と、上記筋状突起が除去された平坦面とされ、上記凹部に対応する箇所に収容凹部が設けられた仕上げ金型とが準備され、第 1 工程は上記第 1 金型と上記仮成形金型との間で上記金属素材板に予備成形を行い、第 2 工程は上記第 1 金型と上記仕上げ金型との間で金属素材板に仕上げ成形を行なうことを特徴とする微細鍛造加工方法。

【請求項 25】

上記筋状突起は、空隙部に対向している請求項 24 記載の微細鍛造加工方法。

【請求項 26】

上記筋状突起は、突条部に対向している請求項 24 記載の微細鍛造加工方法。

【請求項 27】

圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、上記溝状窪部の開口面を封止する金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記第 1 金型には、平行に配列された突条部とこれら突条部の間に形成された空隙部が設けられ、上記第 2 金型には、上記空隙部と略同じ長さで上記空隙部内への素材流動を行なう筋状突起が設けられ、この筋状突起には長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部が設けられている仮

成形金型と、上記筋状突起が除去された平坦面とされ、上記凹部に対応する箇所に収容凹部が設けられた仕上げ金型とが準備され、第1工程は上記第1金型と上記仮成形金型との間で上記圧力発生室形成板に予備成形を行い、第2工程は上記第1金型と上記仕上げ金型との間で圧力発生室形成板に仕上げ成形を行って上記圧力発生室形成板に溝状窪部を成形することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項28】

上記筋状突起は、空隙部に対向している請求項27記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項29】

上記筋状突起は、突条部に対向している請求項27記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項30】

上記収容凹部を挟んで平行に配置された上記平坦面は、圧力発生室の連通口に近い側の一方の平坦面が、他方の平坦面よりも圧力発生室形成板から遠ざかる方向に後退した位置に配置されている請求項27～29のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項31】

上記仮成形金型の筋状突起の長手方向の幅寸法と、上記仕上げ金型の収容凹部に直交する方向の幅寸法とが、上記圧力発生室の長さ方向の寸法と略同じである請求項27～30のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項32】

圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、上記溝状窪部の開口面を封止する金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドであって、上記圧力発生室形成板のノズルプレート側に凹所を存在させた状態で圧力発生室形成板とノズルプレートとが接着剤で接合されていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項33】

上記凹所は、圧力発生室の列設方向に圧力発生室と実質的に同じピッチで形成されている請求項32記載の液体噴射ヘッド。

【請求項34】

上記凹所は、連通口の近傍に形成されている請求項32または33記載の液体噴射ヘッド。

【書類名】明細書

【発明の名称】鍛造加工パンチ、鍛造加工装置、微細鍛造加工方法、液体噴射ヘッドの製造方法およびそれによって得られた液体噴射ヘッド

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体噴射ヘッド等の部品製造に使用される鍛造加工パンチ、鍛造加工装置、微細鍛造加工方法、液体噴射ヘッドの製造方法およびそれによって得られた液体噴射ヘッドに関するものである。

【背景技術】

【0002】

加圧された液体をノズル開口から液滴として吐出させる液体噴射ヘッドは、種々な液体を対象にしたものが知られているが、そのなかでも代表的なものとして、インクジェット式記録ヘッドをあげることができる。そこで、従来の技術を上記インクジェット式記録ヘッドを例にとって説明する。

【0003】

インクジェット式記録ヘッド（以下、記録ヘッドと称する。）は、共通インク室から圧力発生室を経てノズル開口に至る一連の流路を、ノズル開口に対応させて複数備えている。そして、小型化の要請から各圧力発生室は、記録密度に対応した細かいピッチで形成する必要がある。このため、隣り合う圧力発生室同士を区画する隔壁部の肉厚は極めて薄くなっている。また、圧力発生室と共通インク室とを連通するインク供給口は、圧力発生室内のインク圧力をインク滴の吐出に効率よく使用するため、その流路幅が圧力発生室よりもさらに絞られている。このような微細形状の圧力発生室及びインク供給口を寸法精度良く作製する観点から、従来の記録ヘッドでは、シリコン基板が好適に用いられている。すなわち、シリコンの異方性エッチングにより結晶面を露出させ、この結晶面で圧力発生室やインク供給口を区画形成している。

【0004】

また、ノズル開口が形成されるノズルプレートは、加工性等の要請から金属板により作製されている。そして、圧力発生室の容積を変化させるためのダイヤフラム部は、弾性板に形成されている。この弾性板は、金属製の支持板上に樹脂フィルムを貼り合わせた二重構造であり、圧力発生室に対応する部分の支持板を除去することで作製されている。

【特許文献1】特開 2000-263799号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記した従来の記録ヘッドでは、隔壁部の肉厚が極めて薄いために、圧力発生室の窪み形状を正確に求めて、圧力発生室等の液体収容容積を均一に設定することが困難であった。この窪み形状は、一般に細長い形状とされている場合が多く、それだけに隔壁部の長さが長くなるので、その全長にわたって隔壁部を正確に製作することが、液体収容容積を均一に確保する等の面から重要である。とくに、適正な形状の窪み形状をえるためには、窪み形状間の隔壁部の高さを製造段階で十分に確保することが重要視される。

【0006】

また、シリコンと金属との線膨張率の差が大きいため、シリコン基板、ノズルプレート及び弾性板の各部材を貼り合わせるにあたり、比較的低温の下で長時間をかけて接着する必要がある。このため、生産性の向上が図り難く、製造コストが嵩む一因となっていた。このため、塑性加工によって圧力発生室を金属製基板に形成する試みがなされているが、圧力発生室が極めて微細であること、及び、インク供給口の流路幅を圧力発生室よりも狭くする必要があること等から加工が困難であり、生産効率の向上が図り難いという問題点があった。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、隔壁部を精密に成形し、圧力

発生室等の窪み形状を高精度の下で加工することをその主たる目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明の鍛造加工パンチは、所定ピッチで平行に配列された突条部および各突条部の間に形成された空隙部が設けられた第1金型と組をなし、金属素材板に両面から鍛造加工を行なう際に第2金型として用いられる鍛造加工パンチであって、上記第2金型は、上記突条部の長手方向における中間部に対応する部分に、突条部の配列方向に延びる凹部が設けられていることを要旨とする。

【0009】

すなわち、上記第2金型は、上記突条部の長手方向における中間部に対応する部分に、突条部の配列方向に延びる凹部が設けられている。

【発明の効果】

【0010】

このため、上記両金型の間で加圧された金属素材板（以下、単に素材ともいう）は、第1金型の空隙部に押込まれるようにして流入移動がなされる。このとき、第2金型には中間部に凹部が設けられているので、上記凹部両側の箇所においては、両金型間の間隔が中間部（凹部）よりも狭くなっている、この狭い部分においては素材の加圧量が多くなる。このようにして加圧された金属素材板は、加圧方向に略直交する方向へ押し出されるようにして流動させられ、両金型間の間隔が広がった加圧量の少ない凹部の方へより多くの素材移動がなされる。換言すると、上記素材流動において、凹部が素材の逃げ込み場所を提供しているような機能を果たしている。このような素材移動は、主として、上記突条部や空隙部の長手方向に沿って行われ、また、素材の一部が凹部の方へ膨出した隆起部となる。

【0011】

したがって、上記加圧量の多い箇所においては強い素材加圧により、空隙部への素材流入が積極的に行われ、また、加圧量の少ない凹部の方へはより多くの素材が流動してくるので、凹部に対応した箇所の空隙部に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部の両側で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。また、突条部は所定ピッチで配列されているので、各突条部の押込みによる配列方向（突条部の幅方向）への素材の流動現象が、流動方向および流動量のいずれにおいても均一化される。このような上記所定ピッチに基づく素材の流動が、上記の空隙部の長手方向への流動現象を乱すようなことがなく、各空隙部への均一な素材の流入に寄与している。

【0012】

上記の空隙部に流入した素材が窪み形状部の隔壁部を構成するような場合においては、窪みの空間形状を正確に形成することができる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の鍛造加工パンチを金属製の素材に使用すれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。さらに、各窪部の容積を均一に加工できるので、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室等を成形するような場合においては、液体噴射ヘッドの噴射特性を安定させる等の面で非常に有効である。

【0013】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記第2金型は、仮成形用の仮成形金型と、該仮成形金型による仮成形後に仕上げ加工を行なうための仕上げ金型とを有する場合には、上記仮成形金型により素材を空隙部内に流動させ、その後、仕上げ金型により空隙部内における素材の分布を正常な状態に可及的に近づけるので、空隙部内への素材流入量が空隙部の長さ方向においてほぼ真直ぐな状態になり、この部分をたとえば液体噴射ヘッドの圧力発生室の隔壁部のような部材として機能させるときに好都合である。

【0014】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記仮成形金型は、上記空隙部に対向するとともに上記空隙部と略同じ長さの筋状突起が設けられ、この筋状突起に長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部が設けられている場合には、上記空隙部に対向している筋状突起自体の突起高さが相乗的に機能して、より一層多くの素材が空隙部内に積極的に押込まれる。すなわち、この筋状突起による空隙部内への素材押込みは、上述の場合と同様に、素材が加圧量の多い箇所から加圧量の少ない凹部の方へ流動する現象に相乗した態様で行われるので、凹部に対応した箇所の空隙部に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部の両側で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。

【0015】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記仮成形金型は、上記突条部に対向するとともに上記突条部と略同じ長さの筋状突起が設けられ、この筋状突起に長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部が設けられている場合には、上記突条部と筋状突起との間で素材が最も大量に加圧されるので、突条部に対向している筋状突起自体の突起高さが相乗的に機能して、より一層多くの素材が空隙部の方に向かって積極的に押込まれる。すなわち、この筋状突起による空隙部内への素材押込みは、上述の場合と同様に、素材が加圧量の多い箇所から加圧量の少ない凹部の方へ流動する現象に相乗した態様で行われるので、凹部に対応した箇所の空隙部に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部の両側で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。

【0016】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記各中間部は、上記突条部および筋状突起の長さ方向の略中央部である場合には、上記中央部の両側における素材の流動が略均等になされるので、上記加圧量の少ない凹部に対して両側から略均等に素材流動がなされる。このため、凹部における素材の流動量が凹部の長さ全体にわたって均一化され、例えば、窪み形状部の隔壁部を成形するような事例では、隔壁部の形状を高精度で得ることができる。

【0017】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記凹部が、円弧状の凹部形状である場合には、第2金型中間部の高さが徐々に緩やかに変化をするので、上記空隙部に流入する素材の量が空隙部の長さ方向で見て、可及的に均一なものとなる。

【0018】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記凹部が、複数の平面で構成された凹部形状である場合には、上記平面の傾斜角度を選定することにより、第2金型中間部の高さを徐々に緩やかに変化させることができ、上記空隙部に流入する素材の量が空隙部の長さ方向で見て、可及的に均一なものとなる。

【0019】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記凹部の中間部分に隆起形状部が設けられている場合には、上記隆起形状部と第2金型の端部に近い箇所において両金型の間隔が狭くなるとともに、上記凹部が複数化されるので、加圧量の多い箇所と加圧量の少ない箇所が交互に複数配置される。したがって、加圧量の多い箇所と素材の流動先となる凹部が交互に小刻みに配置されるので、上記空隙部に流動する素材の量が空隙部の長さ方向で見て略均一になる。

【0020】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記凹部の中間部分に補強隆起部が設けられている場合には、加圧成形時に凹部を拡開させる力が第2金型に作用し、それによって凹部の最深部に応力が集中して、その部分にクラックが発生しやすいのであるが、上記補強隆起部が配置されていることにより、上記のような応力の集中が発生することがなくなり、クラック発生恐れも解消される。

【0021】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記凹部の中間部分に逃げ凹部が設けられている場

合には、凹部内に流動した素材が凹部の最深部を加圧して、その部分にクラックが発生しやすいのであるが、上記逃げ凹部が配置されていることにより、上記のような最深部の加圧が回避でき、クラック発生の恐れも解消される。

【0022】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記筋状突起の長手方向の凹部の長さが、筋状突起の長さの約 $2/3$ 以下である場合には、加圧方向に略直交する方向への素材流動量とそれを受け入れる凹部空間を、加圧ストロークの大きさと兼ね合いにおいて、程よくバランスさせることができ、上記空隙部内への素材流動が最適化される。

【0023】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記筋状突起の凹部の長さ寸法に対する深さ寸法の比は、約 $0.05 \sim 0.3$ である場合には、加圧方向に略直交する方向への素材流動量とそれを受け入れる凹部空間を、加圧ストロークの大きさと兼ね合いにおいて、程よくバランスさせることができ、上記空隙部内への素材流動が最適化される。

【0024】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記筋状突起の高さ寸法に対する筋状突起の凹部の深さ寸法の比は、約 $0.5 \sim 1$ である場合には、加圧方向に略直交する方向への素材流動量とそれを受け入れる凹部空間を、加圧ストロークの大きさと兼ね合いにおいて、程よくバランスさせることができ、上記空隙部内への素材流動が最適化される。

【0025】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記筋状突起の少なくとも上記凹部の部分が、その表面が平滑に仕上げられている場合には、加圧方向に略直交する方向に流動してきた素材が上記凹部においてその平滑な表面状態により、積極的に空隙部の方へ変向され、空隙部内への素材流入がより一層積極的に行われる。

【0026】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記筋状突起が、先端が尖った楔形状とされている場合には、上記楔形状の部分が素材に確実に食い込むので、空隙部に対向した箇所の素材を正確に加圧することができ、空隙部への素材流動が確実になされる。また、筋状突起が突条部に対向している場合には、筋状突起と突条部との間で最も大量に加圧された素材が、空隙部の方に向かって積極的に移動し、窪み形状やそれに隣接する隔壁構造を正確に形成することができる。

【0027】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記楔形状は、楔角が鋭角とされている場合には、上記楔角がいわゆる 90 度以下の鋭角とされていることにより、素材への食い込みが確実に達成される。

【0028】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記筋状突起のピッチが、 0.3 mm 以下とされている場合には、この鍛造加工パンチで精密な小型部品、例えば、インクジェット式記録ヘッドの圧力発生室を加工するようときに、きわめて精巧な鍛造加工が可能となる。

【0029】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記仕上げ金型が、平坦面に上記凹部が設けられたものである場合には、上記平坦面でさらに素材を空隙部の方へ加圧することにより、空隙部内の素材の流入高さが空隙部の長さ方向にわたって可及的に均一になる。すなわち、上記凹部の両側の平坦面が積極的に素材を加圧することとなるので、空隙部内への素材流動高さが凹部に対応した空隙部の部分の素材流入高さと同様となり、空隙部の長さ全域にわたって略均一となる。

【0030】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記仕上げ金型の凹部が、仮成形によって金属素材板に形成された隆起部を収容する収容凹部である場合には、上記収容凹部に上記隆起部が収容されているので、隆起部に相当する量の素材が空隙部内に移動するようなことがなく、上記流動高さの均一化に有効に機能する。

【0031】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記平坦面が、上記突条部の配列方向における端部近傍の箇所が端部に向かって低くなる表面形状とされている場合には、各空隙部内への素材の流入量が全ての空隙部において可及的に均一化される。すなわち、上記突条部の配列方向に流動した素材が上記突条部の配列中央部から端部の方へ少しずつ流動して集積的に偏った状態になり、端部付近がいわゆる多肉状態になる。このように集積的に偏った素材量を上記低くなった表面部で加圧するので、多肉状態の素材を過度に空隙部内に流動させることが防止される。したがって、各空隙部内への素材の流入量が全ての空隙部において可及的に均一化される。

【0032】

本発明の鍛造加工パンチにおいて、上記仕上げ金型の収容凹部の深さ寸法と長さ寸法が、それぞれ0.05~0.15mmと0.5~1mmである場合には、仕上げ加工において、加圧方向に略直交する方向への素材流動量とそれを受け入れる凹部空間を、加圧ストロークの大きさと兼ね合いにおいて、程よくバランスさせることができ、上記空隙部内への素材流動が最適化される。

【0033】

つぎに、上記目的を達成するため、本発明の鍛造加工装置は、少なくとも所定ピッチで平行に配列された突条部および各突条部の間に形成された空隙部が設けられた第1金型と、上記第1金型との間で金属素材板の両面から鍛造加工を行ない、上記突条部の長手方向における中間部に対応する部分に、突条部の配列方向に延びる凹部が設けられている第2金型とを含んで構成されたことを要旨とする。

【0034】

このため、上記両金型の間で加圧された金属素材板（以下、単に素材ともいう）は、第1金型の空隙部に押込まれるようにして流入移動がなされる。このとき、第2金型には中間部に凹部が設けられているので、上記凹部両側の箇所においては、両金型間の間隔が中間部（凹部）よりも狭くなっていて、この狭い部分においては素材の加圧量が多くなる。このようにして加圧された金属素材板は、加圧方向に略直交する方向へ押し出されるようにして流動させられ、両金型間の間隔が広がった加圧量の少ない凹部の方へより多くの素材移動がなされる。換言すると、上記素材流動において、凹部が素材の逃げ込み場所を提供しているような機能を果たしている。このような素材移動は、主として、上記突条部や空隙部の長手方向に沿って行われ、また、素材の一部が凹部の方へ膨出した隆起部となる。

【0035】

したがって、上記加圧量の多い箇所においては強い素材加圧により、空隙部への素材流入が積極的に行われ、また、加圧量の少ない凹部の方へはより多くの素材が流動してくるので、凹部に対応した箇所の空隙部に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部の両側で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。また、突条部は所定ピッチで配列されているので、各突条部の押込みによる配列方向（突条部の幅方向）への素材の流動現象が、流動方向および流動量のいずれにおいても均一化される。このような上記所定ピッチに基づく素材の流動が、上記の空隙部の長手方向への流動現象を乱すようなことがなく、各空隙部への均一な素材の流入に寄与している。

【0036】

上記の空隙部に流入した素材が窪み形状部の隔壁部を構成するような場合においては、窪みの空間形状を正確に形成することができる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の鍛造加工パンチを金属製の素材に使用すれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。さらに、各窪部の容積を均一に加工できるので、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室等を成形するような場合においては、液体噴射ヘッドの噴射特性を安定さ

せる等の面で非常に有効である。

【0037】

本発明の鍛造加工装置において、上記第2金型が、先行して加工動作をする仮成形用の仮成形金型と、当該仮成形金型による仮成形に引続いて仕上げ加工を行なう仕上げ金型とから構成されている場合には、仮成形に引続いて仕上げ加工が順送りの状態で行なえるので、効率的に動作する装置が得られる。また、上記のように、連続性のある加工動作であるから、各工程における被加工物の位置決め等を高精度で設定でき、加工精度の向上によって有効である。

【0038】

つぎに、上記目的を達成するため、本発明の微細鍛造加工方法は、第1金型と第2金型との間で金属素材板に鍛造加工を行なう微細鍛造加工方法であって、上記第1金型には、平行に配列された突条部とこれら突条部の間に形成された空隙部が設けられ、上記第2金型には、上記空隙部と略同じ長さで上記空隙部内への素材流動を行なう筋状突起が設けられ、この筋状突起には長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部が設けられている仮成形金型と、上記筋状突起が除去された平坦面とされ、上記凹部に対応する箇所には収容凹部が設けられた仕上げ金型とが準備され、第1工程は上記第1金型と上記仮成形金型との間で上記金属素材板に予備成形を行い、第2工程は上記第1金型と上記仕上げ金型との間で金属素材板に仕上げ成形を行なうことを要旨とする。

【0039】

すなわち、上記第1金型には、平行に配列された突条部とこれら突条部の間に形成された空隙部が設けられ、上記第2金型には、上記空隙部と略同じ長さで上記空隙部内への素材流動を行なう筋状突起が設けられ、この筋状突起には長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部が設けられている仮成形金型と、上記筋状突起が除去された平坦面とされ、上記凹部に対応する箇所には収容凹部が設けられた仕上げ金型とが準備され、第1工程は上記第1金型と上記仮成形金型との間で上記金属素材板に予備成形を行い、第2工程は上記第1金型と上記仕上げ金型との間で金属素材板に仕上げ成形を行なう。

【0040】

このため、上記第1金型と上記仮成形金型との間で上記金属素材板に予備成形が施される第1工程においては、仮成形金型に上記空隙部に対向するとともに上記空隙部と略同じ長さの筋状突起が設けられ、この筋状突起には長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部が設けられているので、上記凹部両側の第2金型の端部に近い箇所においては、両金型間の間隔が中間部（凹部）よりも狭くなっていて、この狭い部分においては素材の加圧量が多くなる。このようにして加圧された金属素材板は、加圧方向に略直交する方向へ押し出されるようにして流動させられ、両金型間の間隔が広がった加圧量の少ない凹部の方へより多くの素材移動がなされる。換言すると、上記素材流動において、凹部が素材の逃げ込み場所を提供しているような機能を果たしている。このような素材移動は、主として、上記突条部や空隙部の長手方向に沿って行われ、また、素材の一部が凹部の方へ膨出した隆起部となる。

【0041】

したがって、上記加圧量の多い箇所においては強い素材加圧により、空隙部への素材流入が積極的に行われ、また、加圧量の少ない凹部の方へはより多くの素材が流動してくるので、凹部に対応した箇所の空隙部に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部の両側で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入が予備成形の段階としてなされる。

【0042】

上記予備成形（仮成形）に引続いて、第2工程が実行され、上記第1金型と上記仕上げ金型との間で金属素材板に仕上げ成形を行なう。上記仕上げ金型は、上記筋状突起が除去された平坦面とされ、上記凹部に対応する箇所に金属素材板に成形された隆起部を収容する収容凹部が設けられた仕上げ加工用とされているので、上記平坦面でさらに素材を空隙部の方へ加圧することにより、素材の空隙部内への流動高さが空隙部の長さ方向にわたっ

て可及的に均一になる。このとき、上記收容凹部に上記隆起部が收容されているので、隆起部に相当する量の素材が空隙部内に移動するようなことがなく、上記流動高さの均一化に有効に機能している。

【0043】

上記の空隙部に流入した素材が窪み形状部の隔壁部を構成するような場合においては、窪みの空間形状を正確に形成することができる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の金属製素材を対象にした微細鍛造加工方法によれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。さらに、各窪部の容積を均一に加工できるので、例えば、液体噴射ヘッド圧力発生室等を微細に成形するような場合においては、液体噴射ヘッドの噴射特性を安定させる等の面で非常に有効である。

【0044】

本発明の微細鍛造加工方法において、上記筋状突起が、空隙部に対向している場合には、上記空隙部に対向している筋状突起自体の突起高さが相乗的に機能して、より一層多くの素材が空隙部内に積極的に押込まれる。すなわち、この筋状突起による空隙部内への素材押込みは、上述の場合と同様に、素材が加圧量の多い箇所から加圧量の少ない凹部の方へ流動する現象に相乗した態様で行われるので、凹部に対応した箇所の空隙部に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部の両側で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。

【0045】

本発明の微細鍛造加工方法において、上記筋状突起が、突条部に対向している場合には、上記突条部と筋状突起との間で素材が最も大量に加圧されるので、突条部に対向している筋状突起自体の突起高さが相乗的に機能して、より一層多くの素材が空隙部の方に向って積極的に押込まれる。すなわち、この筋状突起による空隙部内への素材押込みは、上述の場合と同様に、素材が加圧量の多い箇所から加圧量の少ない凹部の方へ流動する現象に相乗した態様で行われるので、凹部に対応した箇所の空隙部に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部の両側で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。

【0046】

さらに、上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、上記溝状窪部の開口面を封止する金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記第1金型には、平行に配列された突条部とこれら突条部の間に形成された空隙部が設けられ、上記第2金型には、上記空隙部と略同じ長さで上記空隙部内への素材流動を行なう筋状突起が設けられ、この筋状突起には長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部が設けられている仮成形金型と、上記筋状突起が除去された平坦面とされ、上記凹部に対応する箇所に收容凹部が設けられた仕上げ金型とが準備され、第1工程は上記第1金型と上記仮成形金型との間で上記圧力発生室形成板に予備成形を行い、第2工程は上記第1金型と上記仕上げ金型との間で圧力発生室形成板に仕上げ成形を行って上記圧力発生室形成板に溝状窪部を成形することを要旨とする。

【0047】

このため、上記の微細鍛造加工方法と同様な工程順序により、圧力発生室形成板に溝状窪部が加工される。これらの点を要約すると、上記第1工程である予備成形では、上記凹部の両側で圧力発生室形成板の素材流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。ついで、上記仕上げ成形である第2工程では、上記平坦面でさらに圧力発生室形成板を空隙部の方へ加圧することにより、素材の空隙部内への流動

高さが空隙部の長さ方向にわたって可及的に均一になる。このとき、上記収容凹部に上記隆起部が収容されているので、隆起部に相当する量の素材が空隙部内に移動するようなことがなく、上記流動高さの均一化に有効に機能している。

【0048】

以上のようにして、精密に仕上げられた隔壁部を有する溝状窪部が圧力発生室形成板に成形される。この成形は、加工工数が異方性エッチング手法等に比して大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。さらに、各溝状窪部の容積を均一に加工できるので、液体噴射ヘッド圧力発生室等の微細な成形において、最適な製造方法であり、液体噴射特性を正常に確保するのに有効である。

【0049】

また、圧力発生室形成板を、例えば、ニッケルを素材として製作すれば、流路ユニットを構成する圧力発生室形成板、弾性板及びノズルプレートの線膨張係数が略揃うので、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッドの作動時に圧電振動子が発熱し、この熱によって流路ユニットが加熱されたとしても、流路ユニットを構成する各部材が均等に膨張する。このため、記録ヘッドの作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニットを構成する各部材に剥離等の不具合は生じにくくなる。

【0050】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記筋状突起が、空隙部に対向している場合には、上記空隙部に対向している筋状突起自体の突起高さが相乗的に機能して、より一層多くの素材が空隙部内に積極的に押込まれる。すなわち、この筋状突起による空隙部内への素材押込みは、上述の場合と同様に、素材が加圧量の多い箇所から加圧量の少ない凹部の方へ流動する現象に相乗した態様で行われるので、凹部に対応した箇所の空隙部に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部の両側で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。

【0051】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記筋状突起が、突条部に対向している場合には、上記突条部と筋状突起との間で素材が最も大量に加圧されるので、突条部に対向している筋状突起自体の突起高さが相乗的に機能して、より一層多くの素材が空隙部の方に向って積極的に押込まれる。すなわち、この筋状突起による空隙部内への素材押込みは、上述の場合と同様に、素材が加圧量の多い箇所から加圧量の少ない凹部の方へ流動する現象に相乗した態様で行われるので、凹部に対応した箇所の空隙部に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部の両側で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。

【0052】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記収容凹部を挟んで平行に配置された上記平坦面が、圧力発生室の連通口に近い側の一方の平坦面が、他方の平坦面よりも圧力発生室形成板から遠ざかる方向に後退した位置に配置されている場合には、連通口に近い側の一方の平坦面によって加圧される素材の加圧量が、他方の平坦面によって加圧される素材の加圧量よりも少なくなる。つまり、両平坦面の間に段差が設けてある。したがって、連通口に近い側の一方の平坦面によって加圧される素材の加圧量が、他方の平坦面によって加圧される素材の加圧量よりも少なくなる。このため、加圧量の少ない方が、塑性変形の度合いが少ないため、加圧量の多い方に比べて加圧後のスプリングバックの量が大きくあられ、連通口に近い側の溝状窪部の深さが、連通口から遠い側に比べて浅くなる。このような溝状窪部の浅い側に連通口を、成形ポンチで溝状窪部の底部に加圧力による塑性変形を付与しながら開口すると、連通口近辺の溝状窪部の深さが深くなり、最終的には溝状窪部の深さが全長にわたって略均一になる。このような成形過程によって形成された圧力発生室の深さは全長にわたり均一な深さとなるので、各圧力発生室内のインクの量が

均一化され、また、インク流に異常な流路抵抗が作用することなく、ノズル開口からのインク滴吐出が正常になされる。さらに、連通口に近い側の素材の密度や加工硬化の度合いが他の側よりも小さくなる。したがって、連通口を成形するときの成形パンチに作用する加工抵抗が軽減され、成形パンチの耐久性が向上し、また、連通口の加工精度向上にとっても有利である。

【0053】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記仮成形金型の筋状突起の長手方向の幅寸法と、上記仕上げ金型の収容凹部に直交する方向の幅寸法とが、上記圧力発生室の長さ方向の寸法と略同じである場合には、仮成形金型と仕上げ金型の上記両幅寸法が、圧力発生室の長さ寸法と略同じとされた最小限の寸法となるので、仮成形金型および仕上げ金型を小型化して、微細部分の加工に適した金型が得られる。

【0054】

さらに、上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドは、圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、上記溝状窪部の開口面を封止する金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドであって、上記圧力発生室形成板のノズルプレート側に凹所を存在させた状態で圧力発生室形成板とノズルプレートとが接着剤で接合されていることを要旨とする。

【0055】

すなわち、上記圧力発生室形成板のノズルプレート側に凹所を存在させた状態で圧力発生室形成板とノズルプレートとが接着剤で接合されている。

【0056】

このため、上記凹所の中に、圧力発生室形成板とノズルプレートを接合する接着剤の余剰分が収容されるので、接着剤の膜厚が接着強度を高めるのに最適厚さとなり、圧力発生室形成板とノズルプレートとの接合強度を強化することができる。

【0057】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記凹所が、圧力発生室の列設方向に圧力発生室と実質的に同じピッチで形成されている場合には、上記凹所が圧力発生室形成板のノズルプレート側の接合面に一定間隔で分布するので、余剰接着剤を均一に収容して接着剤の膜厚が広範囲にわたって適正化され、接着強度が向上する。

【0058】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記凹所が、連通口の近傍に形成されている場合には、余剰接着剤が連通口の近傍で凹所に収容されるので、余剰接着剤が連通口の近傍で凹所に収容され、連通口の流路空間に接着剤がはみ出ることがない。したがって、はみ出た箇所には気泡が滞留するようなこともなく、液体の良好な流通が確保できる。

【0059】

以上のように、本発明の鍛造加工パンチ、鍛造加工装置、微細鍛造加工方法、液体噴射ヘッドの製造方法およびそれによって得られた液体噴射ヘッドによれば、上記両金型の間で加圧された金属素材板は、第1金型の空隙部に押込まれるようにして流入移動がなされる。このとき、第2金型には中間部に凹部が設けられているので、上記凹部両側の箇所においては、両金型間の間隔が中間部（凹部）よりも狭くなっていて、この狭い部分においては素材の加圧量が多くなる。このようにして加圧された金属素材板は、加圧方向に略直交する方向へ押し出されるようにして流動させられ、両金型間の間隔が広がった加圧量の少ない凹部の方へより多くの素材移動がなされる。換言すると、上記素材流動において、凹部が素材の逃げ込み場所を提供しているような機能を果たしている。このような素材移動は、主として、上記突条部や空隙部の長手方向に沿って行われ、また、素材の一部が凹部の方へ膨出した隆起部となる。

【0060】

したがって、上記加圧量の多い箇所においては強い素材加圧により、空隙部への素材流入が積極的に行われ、また、加圧量の少ない凹部の方へはより多くの素材が流動してくるので、凹部に対応した箇所の空隙部に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部の両側で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。また、突条部は所定ピッチで配列されているので、各突条部の押込みによる配列方向（突条部の幅方向）への素材の流動現象が、流動方向および流動量のいずれにおいても均一化される。このような上記所定ピッチに基づく素材の流動が、上記の空隙部の長手方向への流動現象を乱すようなことがなく、各空隙部への均一な素材の流入に寄与している。

【0061】

上記の空隙部に流入した素材が窪み形状部の隔壁部を構成するような場合においては、窪みの空間形状を正確に形成することができる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の鍛造加工パンチを金属製の素材に使用すれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。さらに、各窪部の容積を均一に加工できるので、例えば、液体噴射ヘッド圧力発生室等を成形するような場合においては、液体噴射ヘッドの噴射特性を安定させる等の面で非常に有効である。

【0062】

上記第2金型は、上記空隙部に対向するとともに上記空隙部と略同じ長さの筋状突起が設けられ、この筋状突起に長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部が設けられ仮成形用の仮成形金型であるから、上記空隙部に対向している筋状突起自体の突起高さが相乗的に機能して、より一層多くの素材が空隙部内に積極的に押込まれる。すなわち、この筋状突起による空隙部内への素材押込みは、上述の場合と同様に、素材が加圧量の多い箇所から加圧量の少ない凹部の方へ流動する現象に相乗した態様で行われるので、凹部に対応した箇所の空隙部に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部の両側で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。

【0063】

上記第2金型は、平坦面に上記凹部が設けられ、仮成形金型による仮成形後に仕上げ加工を行なうための仕上げ金型であるから、上記平坦面でさらに素材を空隙部の方へ加圧することにより、空隙部内の素材の流入高さが空隙部の長さ方向にわたって可及的に均一になる。すなわち、上記凹部の両側の平坦面が積極的に素材を加圧することとなるので、空隙部内への素材流動高さが凹部に対応した空隙部の部分の素材流入高さと略同じ高さとなり、空隙部の長さ全域にわたって略均一となる。

【0064】

さらに、鍛造加工装置としても上記鍛造加工パンチと同様な効果が得られる。また、上記液体噴射ヘッドとしては、圧力発生室形成板の接合面に配置された定ピッチの凹所が接着剤の適正な収容等を行ない、接着剤にともなう問題が解決される。

【0065】

また、圧力発生室形成板を、例えば、ニッケルを素材として製作すれば、流路ユニットを構成する圧力発生室形成板、弾性板及びノズルプレートの線膨張係数が略揃うので、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッドの作動時に圧電振動子が発熱し、この熱によって流路ユニットが加熱されたとしても、流路ユニットを構成する各部材が均等に膨張する。このため、記録ヘッドの作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニットを構成する各部材に剥離等の不具合は生じにくくなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0066】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明する。

【0067】

本発明において製造の対象となっている液体噴射ヘッドは、上述のように種々な液体を対象にして機能させることができ、図示の実施例においてはその代表的な事例として、この液体噴射ヘッドをインクジェット式記録ヘッドに適用した例を示している。

【実施例1】**【0068】**

図1及び図2に示すように、記録ヘッド1は、ケース2と、このケース2内に収納される振動子ユニット3と、ケース2の先端面に接合される流路ユニット4と、先端面とは反対側のケース2の取付面上に配置される接続基板5と、ケース2の取付面側に取り付けられる供給針ユニット6等から概略構成されている。

【0069】

上記の振動子ユニット3は、図3に示すように、圧電振動子群7と、この圧電振動子群7が接合される固定板8と、圧電振動子群7に駆動信号を供給するためのフレキシブルケーブル9とから概略構成される。

【0070】

圧電振動子群7は、列状に形成された複数の圧電振動子10…を備える。各圧電振動子10…は、圧力発生素子の一種であり、電気機械変換素子の一種でもある。これらの各圧電振動子10…は、列の両端に位置する一対のダミー振動子10a、10aと、これらのダミー振動子10a、10aの間に配置された複数の駆動振動子10b…とから構成されている。そして、各駆動振動子10b…は、例えば、50 μ m～100 μ m程度の極めて細い幅の櫛歯状に切り分けられ、180本設けられる。また、ダミー振動子10aは、駆動振動子10bよりも十分広い幅であり、駆動振動子10bを衝撃等から保護する保護機能と、振動子ユニット3を所定位置に位置付けるためのガイド機能とを有する。

【0071】

各圧電振動子10…は、固定端部を固定板8上に接合することにより、自由端部を固定板8の先端面よりも外側に突出させている。すなわち、各圧電振動子10…は、いわゆる片持ち梁の状態で固定板8上に支持されている。そして、各圧電振動子10…の自由端部は、圧電体と内部電極とを交互に積層して構成されており、対向する電極間に電位差を与えることで素子長手方向に伸縮する。

【0072】

フレキシブルケーブル9は、固定板8とは反対側となる固定端部の側面で圧電振動子10と電氣的に接続されている。そして、このフレキシブルケーブル9の表面には、圧電振動子10の駆動等を制御するための制御用IC11が実装されている。また、各圧電振動子10…を支持する固定板8は、圧電振動子10からの反力を受け止め得る剛性を備えた板状部材であり、ステンレス板等の金属板が好適に用いられる。

【0073】

上記のケース2は、例えば、エポキシ系樹脂等の熱硬化性樹脂で成形されたブロック状部材である。ここで、ケース2を熱硬化性樹脂で成形しているのは、この熱硬化性樹脂は、一般的な樹脂よりも高い機械的強度を有しており、線膨張係数が一般的な樹脂よりも小さく、周囲の温度変化による変形が小さいからである。そして、このケース2の内部には、振動子ユニット3を収納可能な収納空部12と、インクの流路の一部を構成するインク供給路13とが形成されている。また、ケース2の先端面には、共通インク室（リザーバ）14となる先端凹部15が形成されている。

【0074】

収納空部12は、振動子ユニット3を収納可能な大きさの空部である。この収納空部12の先端側部分はケース内壁が側方に向けて部分的に突出しており、この突出部分の上面が固定板当接面として機能する。そして、振動子ユニット3は、各圧電振動子10の先端が開口から臨む状態で収納空部12内に収納される。この収納状態において、固定板8の

先端面は固定板当接面に当接した状態で接着されている。

【0075】

先端凹部 15 は、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませることにより作製されている。本実施例の先端凹部 15 は、収納空部 12 よりも左右外側に形成された略台形状の凹部であり、収納空部 12 側に台形の下底が位置するように形成されている。

【0076】

インク供給路 13 は、ケース 2 の高さ方向を貫通するように形成され、先端が先端凹部 15 に連通している。また、インク供給路 13 における取付面側の端部は、取付面から突設した接続口 16 内に形成されている。

【0077】

上記の接続基板 5 は、記録ヘッド 1 に供給する各種信号用の電気配線が形成されると共に、信号ケーブルを接続可能なコネクタ 17 が取り付けられた配線基板である。そして、この接続基板 5 は、ケース 2 における取付面上に配置され、フレキシブルケーブル 9 の電気配線が半田付け等によって接続される。また、コネクタ 17 には、制御装置（図示せず）からの信号ケーブルの先端が挿入される。

【0078】

上記の供給針ユニット 6 は、インクカートリッジ（図示せず）が接続される部分であり、針ホルダ 18 と、インク供給針 19 と、フィルタ 20 とから概略構成される。

【0079】

インク供給針 19 は、インクカートリッジ内に挿入される部分であり、インクカートリッジ内に貯留されたインクを導入する。このインク供給針 19 の先端部は円錐状に尖っており、インクカートリッジ内に挿入し易くなっている。また、この先端部には、インク供給針 19 の内外を連通するインク導入孔が複数穿設されている。そして、本実施例の記録ヘッド 1 は 2 種類のインクを吐出可能であるため、このインク供給針 19 を 2 本備えている。

【0080】

針ホルダ 18 は、インク供給針 19 を取り付けるための部材であり、その表面にはインク供給針 19 の根本部分を止着するための台座 21 を 2 本分横並びに形成している。この台座 21 は、インク供給針 19 の底面形状に合わせた円形状に作製されている。また、台座底面の略中心には、針ホルダ 18 の板厚方向を貫通するインク排出口 22 を形成している。また、この針ホルダ 18 には、フランジ部を側方に延出している。

【0081】

フィルタ 20 は、埃や成形時のバリ等のインク内の異物の通過を阻止する部材であり、例えば、目の細かな金属網によって構成される。このフィルタ 20 は、台座 21 内に形成されたフィルタ保持溝に接着されている。

【0082】

そして、この供給針ユニット 6 は、図 2 に示すように、ケース 2 の取付面上に配設される。この配設状態において、供給針ユニット 6 のインク排出口 22 とケース 2 の接続口 16 とは、パッキン 23 を介して液密状態で連通する。

【0083】

次に、上記の流路ユニット 4 について説明する。この流路ユニット 4 は、圧力発生室形成板 30 の一方の面にノズルプレート 31 を、圧力発生室形成板 30 の他方の面に弾性板 32 を接合した構成である。

【0084】

圧力発生室形成板 30 は、図 4 に示すように、溝状窪部 33 と、連通口 34 と、逃げ凹部 35 とを形成した金属製の板状部材である。本実施例では、この圧力発生室形成板 30 を、厚さ 0.35 mm のニッケル製の基板を加工することで作製している。

【0085】

ここで、基板としてニッケルを選定した理由について説明する。第 1 の理由は、このニッケルの線膨張係数が、ノズルプレート 31 や弾性板 32 の主要部を構成する金属（本実

施例では後述するようにステンレス)の線膨張係数と略等しいからである。すなわち、流路ユニット4を構成する圧力発生室形成板30、弾性板32及びノズルプレート31の線膨張係数が揃うと、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッド1の作動時に圧電振動子10が発熱し、この熱によって流路ユニット4が加熱されたとしても、流路ユニット4を構成する各部材30、31、32が均等に膨張する。このため、記録ヘッド1の作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返行われても、流路ユニット4を構成する各部材30、31、32に剥離等の不具合は生じ難い。

【0086】

第2の理由は、防錆性に優れているからである。すなわち、この種の記録ヘッド1では水性インクが好適に用いられているので、長期間に亘って水が接触しても錆び等の変質が生じないことが肝要である。その点、ニッケルは、ステンレスと同様に防錆性に優れており、錆び等の変質が生じ難い。

【0087】

第3の理由は、展性に富んでいるからである。すなわち、圧力発生室形成板30を作製するにあたり、本実施例では後述するように塑性加工(例えば、鍛造加工)で行っている。そして、圧力発生室形成板30に形成される溝状窪部33や連通口34は、極めて微細な形状であり、且つ、高い寸法精度が要求される。そして、基板にニッケルを用いると、展性に富んでいることから塑性加工であっても溝状窪部33や連通口34を高い寸法精度で形成することができる。

【0088】

なお、圧力発生室形成板30に関し、上記した各要件、すなわち、線膨張係数の要件、防錆性の要件、及び、展性の要件を満たすならば、ニッケル以外の金属で構成してもよい。

【0089】

溝状窪部33は、圧力発生室29となる溝状の窪部であり、図5に拡大して示すように、直線状の溝によって構成されている。本実施例では、幅約0.1mm、長さ約1.5mm、深さ約0.1mmの溝を溝幅方向に180個列設している。この溝状窪部33の底面は、深さ方向(すなわち、奥側)に進むに連れて縮幅されてV字状に窪んでいる。底面をV字状に窪ませたのは、隣り合う圧力発生室29、29同士を区画する隔壁部28の剛性を高めるためである。すなわち、底面をV字状に窪ませることにより、隔壁部28の根本部分(底面側の部分)の肉厚が厚くなって隔壁部28の剛性が高まる。そして、隔壁部28の剛性が高くなると、隣の圧力発生室29からの圧力変動の影響を受け難くなる。すなわち、隣の圧力発生室29からのインク圧力の変動が伝わり難くなる。また、底面をV字状に窪ませることにより、溝状窪部33を塑性加工によって寸法精度よく形成することもできる(後述する)。そして、このV字の角度は、加工条件によって規定されるが、例えば90度前後である。さらに、隔壁部28における先端部分の肉厚が極く薄いことから、各圧力発生室29…を密に形成しても必要な容積を確保することができる。

【0090】

また、本実施例における溝状窪部33に関し、その長手方向両端部は、奥側に進むにつれて内側に下り傾斜している。すなわち、溝状窪部33の長手方向両端部は、面取形状に形成されている。このように構成したのも、溝状窪部33を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0091】

さらに、両端部の溝状窪部33、33に隣接させてこの溝状窪部33よりも幅広なダミー窪部36を1つずつ形成している。このダミー窪部36は、インク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室となる溝状の窪部である。本実施例のダミー窪部36は、幅約0.2mm、長さ約1.5mm、深さ約0.1mmの溝によって構成されている。そして、このダミー窪部36の底面は、W字状に窪んでいる。これも、隔壁部28の剛性を高めるため

、及び、ダミー窪部 3 6 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0092】

そして、各溝状窪部 3 3…及び一对のダミー窪部 3 6、3 6 によって窪部列が構成される。本実施例では、この窪部列を横並びに 2 列形成している。

【0093】

連通口 3 4 は、溝状窪部 3 3 の一端から板厚方向を貫通する貫通孔として形成している。この連通口 3 4 は、溝状窪部 3 3 毎に形成されており、1 つの窪部列に 1 8 0 個形成されている。本実施例の連通口 3 4 は、開口形状が矩形状であり、圧力発生室形成板 3 0 における溝状窪部 3 3 側から板厚方向の途中まで形成した第 1 連通口 3 7 と、溝状窪部 3 3 とは反対側の表面から板厚方向の途中まで形成した第 2 連通口 3 8 とから構成されている。

【0094】

そして、第 1 連通口 3 7 と第 2 連通口 3 8 とは断面積が異なっており、第 2 連通口 3 8 の内寸法が第 1 連通口 3 7 の内寸法よりも僅かに小さく設定されている。これは、連通口 3 4 をプレス加工によって作製していることに起因する。すなわち、この圧力発生室形成板 3 0 は、厚さ 0. 3 5 mm のニッケル板を加工することで作製しているため、連通口 3 4 の長さは、溝状窪部 3 3 の深さを差し引いても 0. 2 5 mm 以上となる。そして、連通口 3 4 の幅は、溝状窪部 3 3 の溝幅よりも狭くする必要があるため、0. 1 mm 未満に設定される。このため、連通口 3 4 を 1 回の加工で打ち抜こうとすると、アスペクト比の関係で雄型（ポンチ）が座屈するなどしてしまう。そこで、本実施例では、加工を 2 回に分け、1 回目の加工では第 1 連通口 3 7 を板厚方向の途中まで形成し、2 回目の加工で第 2 連通口 3 8 を形成している。なお、この連通口 3 4 の加工手順については、後で説明する。

【0095】

また、ダミー窪部 3 6 にはダミー連通口 3 9 が形成されている。このダミー連通口 3 9 は、上記の連通口 3 4 と同様に、第 1 ダミー連通口 4 0 と第 2 ダミー連通口 4 1 とから構成されており、第 2 ダミー連通口 4 1 の内寸法が第 1 ダミー連通口 4 0 の内寸法よりも小さく設定されている。

【0096】

なお、本実施例では、上記の連通口 3 4 及びダミー連通口 3 9 に関し、開口形状が矩形状の貫通孔によって構成されたものを例示したが、この形状に限定されるものではない。例えば、円形に開口した貫通孔によって構成してもよい。

【0097】

逃げ凹部 3 5 は、共通インク室 1 4 におけるコンプライアンス部の作動用空間を形成する。本実施例では、ケース 2 の先端凹部 1 5 と略同じ形状であって、深さが溝状窪部 3 3 と等しい台形状の凹部によって構成している。

【0098】

次に、上記の弾性板 3 2 について説明する。この弾性板 3 2 は、封止板の一種であり、例えば、支持板 4 2 上に弾性体膜 4 3 を積層した二重構造の複合材（本発明の金属材料の一種）によって作製される。本実施例では、支持板 4 2 としてステンレス板を用い、弾性体膜 4 3 として PPS（ポリフェニレンサルファイド）を用いている。

【0099】

図 6 に示すように、弾性板 3 2 には、ダイヤフラム部 4 4 と、インク供給口 4 5 と、コンプライアンス部 4 6 とを形成している。

【0100】

ダイヤフラム部 4 4 は、圧力発生室 2 9 の一部を区画する部分である。すなわち、ダイヤフラム部 4 4 は溝状窪部 3 3 の開口面を封止し、この溝状窪部 3 3 と共に圧力発生室 2 9 を区画形成する。このダイヤフラム部 4 4 は、図 7（a）に示すように、溝状窪部 3 3 に対応した細長い形状であり、溝状窪部 3 3 を封止する封止領域に対し、各溝状窪部 3 3…毎に形成されている。具体的には、ダイヤフラム部 4 4 の幅は溝状窪部 3 3 の溝幅と略

等しく設定され、ダイヤフラム部 44 の長さは溝状窪部 33 の長さよりも多少短く設定されている。長さに関し、本実施例では、溝状窪部 33 の長さの約 2/3 に設定されている。そして、形成位置に関し、図 2 に示すように、ダイヤフラム部 44 の一端を、溝状窪部 33 の一端（連通口 34 側の端部）に揃えている。

【0101】

このダイヤフラム部 44 は、図 7 (b) に示すように、溝状窪部 33 に対応する部分の支持板 42 をエッチング等によって環状に除去して弾性体膜 43 のみとすることで作製され、この環内には島部 47 を形成している。この島部 47 は、圧電振動子 10 の先端面が接合される部分である。

【0102】

インク供給口 45 は、圧力発生室 29 と共通インク室 14 とを連通するための孔であり、弾性板 32 の板厚方向を貫通している。このインク供給口 45 も、ダイヤフラム部 44 と同様に、溝状窪部 33 に対応する位置に各溝状窪部 33 …毎に形成されている。このインク供給口 45 は、図 2 に示すように、連通口 34 とは反対側の溝状窪部 33 の他端に対応する位置に穿設されている。また、このインク供給口 45 の直径は、溝状窪部 33 の溝幅よりも十分に小さく設定されている。本実施例では、23 ミクロンの微細な貫通孔によって構成している。

【0103】

このようにインク供給口 45 を微細な貫通孔にした理由は、圧力発生室 29 と共通インク室 14 との間に流路抵抗を付与するためである。すなわち、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29 内のインクに付与した圧力変動を利用してインク滴を吐出させている。このため、インク滴を効率よく吐出させるためには、圧力発生室 29 内のインク圧力をできるだけ共通インク室 14 側に逃がさないようにすることが肝要である。この観点から本実施例では、インク供給口 45 を微細な貫通孔によって構成している。

【0104】

そして、本実施例のように、インク供給口 45 を貫通孔によって構成すると、加工が容易であり、高い寸法精度が得られるという利点がある。すなわち、このインク供給口 45 は貫通孔であるため、レーザー加工による作製が可能である。従って、微細な直径であっても高い寸法精度で作製でき、作業も容易である。

【0105】

コンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 の一部を区画する部分である。すなわち、コンプライアンス部 46 と先端凹部 15 とで共通インク室 14 を区画形成する。このコンプライアンス部 46 は、先端凹部 15 の開口形状と略同じ台形状であり、支持板 42 の部分をエッチング等によって除去し、弾性体膜 43 だけにすることで作製される。

【0106】


なお、弾性板 32 を構成する支持板 42 及び弾性体膜 43 は、この例に限定されるものではない。例えば、弾性体膜 43 としてポリイミドを用いてもよい。また、この弾性板 32 を、ダイヤフラム部 44 になる厚肉部及び該厚肉部周辺の薄肉部と、コンプライアンス部 46 になる薄肉部とを設けた金属板で構成してもよい。

【0107】

次に、上記のノズルプレート 31 について説明する。ノズルプレート 31 は、ノズル開口 48 を列設した金属製の板状部材である。本実施例ではステンレス板を用い、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル開口 48 …を開設している。本実施例では、合計 180 個のノズル開口 48 …を列設してノズル列を構成し、このノズル列を 2 列横並びに形成している。そして、このノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面、すなわち、弾性板 32 とは反対側の表面に接合すると、対応する連通口 34 に各ノズル開口 48 …が臨む。

【0108】

そして、上記の弾性板 32 を、圧力発生室形成板 30 の一方の表面、すなわち、溝状窪部 33 の形成面に接合すると、ダイヤフラム部 44 が溝状窪部 33 の開口面を封止して圧



力発生室 29 が区画形成される。同様に、ダミー窪部 36 の開口面も封止されてダミー圧力発生室が区画形成される。また、上記のノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面に接合するとノズル開口 48 が対応する連通口 34 に臨む。この状態で島部 47 に接合した圧電振動子 10 を伸縮すると、島部 47 周辺の弾性体膜 43 が変形し、島部 47 が溝状窪部 33 側に押されたり、溝状窪部 33 側から離隔する方向に引かれたりする。この弾性体膜 43 の変形により、圧力発生室 29 が膨張したり収縮したりして圧力発生室 29 内のインクに圧力変動が付与される。

【0109】

さらに、弾性板 32（すなわち、流路ユニット 4）をケース 2 に接合すると、コンプライアンス部 46 が先端凹部 15 を封止する。このコンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 に貯留されたインクの圧力変動を吸収する。すなわち、貯留されたインクの圧力に応じて弾性体膜 43 が膨張したり収縮したりして変形する。そして、上記の逃げ凹部 35 は、弾性体膜 43 の膨張時において、弾性体膜 43 が膨らむための空間を形成する。なお、上記コンプライアンス部 46 を除去するとともに、共通インク室 14 の容積を縮小して、逃げ凹部 35 がインクのリザーバ機能を果たすようにすることもできる。また、逃げ凹部 35 の領域を凹部ではなく貫通部としてこの空間をリザーバとすることもできる。

【0110】

上記構成の記録ヘッド 1 は、インク供給針 19 から共通インク室 14 までの共通インク流路と、共通インク室 14 から圧力発生室 29 を通って各ノズル開口 48 …に至る個別インク流路とを有する。そして、インクカートリッジに貯留されたインクは、インク供給針 19 から導入されて共通インク流路を通して共通インク室 14 に貯留される。この共通インク室 14 に貯留されたインクは、個別インク流路を通じてノズル開口 48 から吐出される。

【0111】

例えば、圧電振動子 10 を収縮させると、ダイヤフラム部 44 が振動子ユニット 3 側に引っ張られて圧力発生室 29 が膨張する。この膨張により圧力発生室 29 内が負圧化されるので、共通インク室 14 内のインクがインク供給口 45 を通って各圧力発生室 29 に流入する。その後、圧電振動子 10 を伸張させると、ダイヤフラム部 44 が圧力発生室形成板 30 側に押されて圧力発生室 29 が収縮する。この収縮により、圧力発生室 29 内のインク圧力が上昇し、対応するノズル開口 48 からインク滴が吐出される。

【0112】

そして、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29（溝状窪部 33）の底面が V 字状に窪んでいる。このため、隣り合う圧力発生室 29、29 同士を区画する隔壁部 28 は、その根本部分の肉厚が先端部分の肉厚よりも厚く形成される。これにより、隔壁部 28 の剛性を従来よりも高めることができる。従って、インク滴の吐出時において、圧力発生室 29 内にインク圧力の変動が生じたとしても、その圧力変動を隣の圧力発生室 29 に伝わり難くすることができる。その結果、所謂隣接クロストークを防止でき、インク滴の吐出を安定化できる。

【0113】

また、本実施例では、共通インク室 14 と圧力発生室 29 とを連通するインク供給口 45 を、弾性板 32 の板厚方向を貫通する微細孔によって構成したので、レーザー加工等によって高い寸法精度が容易に得られる。これにより、各圧力発生室 29 …へのインクの流入特性（流入速度や流入量等）を高いレベルで揃えることができる。さらに、レーザー光線によって加工を行った場合には、加工も容易である。

【0114】

また、本実施例では、列端部の圧力発生室 29、29 に隣接させてインク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室（すなわち、ダミー窪部 36 と弾性板 32 とによって区画される空部）を設けたので、これらの両端の圧力発生室 29、29 に関し、片側には隣りの圧力発生室 29 が形成され、反対側にはダミー圧力発生室が形成されることになる。これにより、列端部の圧力発生室 29、29 に関し、その圧力発生室 29 を区画する隔壁の剛性

を、列途中の他の圧力発生室 29…における隔壁の剛性に揃えることができる。その結果、一列全ての圧力発生室 29 のインク滴吐出特性を揃えることができる。

【0115】

さらに、このダミー圧力発生室に関し、列設方向側の幅を各圧力発生室 29…の幅よりも広くしている。換言すれば、ダミー窪部 36 の幅を溝状窪部 33 の幅よりも広くしている。これにより、列端部の圧力発生室 29 と列途中の圧力発生室 29 の吐出特性をより高い精度で揃えることができる。

【0116】

さらに、本実施例では、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませて先端凹部 15 を形成し、この先端凹部 15 と弾性板 32 とにより共通インク室 14 を区画形成しているため、共通インク室 14 を形成するための専用部材が不要であり、構成の簡素化が図れる。また、このケース 2 は樹脂成形によって作製されているので、先端凹部 15 の作製も比較的容易である。

【0117】

次に、上記記録ヘッド 1 の製造方法について説明する。なお、この製造方法では、上記の圧力発生室形成板 30 の製造工程に特徴を有しているため、圧力発生室形成板 30 の製造工程を中心に説明することにする。なお、この圧力発生室形成板 30 は、順送り型による鍛造加工によって作製される。また、圧力発生室形成板 30 の素材として使用する帯板は、上記したようにニッケル製である。

【0118】

圧力発生室形成板 30 の製造工程は、溝状窪部 33 を形成する溝状窪部形成工程と、連通口 34 を形成する連通口形成工程とからなり、順送り型によって行われる。

【0119】

溝状窪部形成工程では、図 8 に示す雄型 51 と図 9 に示す雌型 52 とを用いる。この雄型 51 は、溝状窪部 33 を形成するための金型である。この雄型には、溝状窪部 33 を形成するための突条部 53 を、溝状窪部 33 と同じ数だけ列設してある。また、列設方向両端部の突条部 53 に隣接させてダミー窪部 36 を形成するためのダミー突条部（図示せず）も設ける。突条部 53 の先端部分 53a は先細りした山形とされており、例えば図 8（b）に示すように、幅方向の中心から 45 度程度の角度で面取りされている。すなわち、突条部 53 の先端に形成した山形の斜面により楔状の先端部分 53a が形成されている。これにより、長手方向から見て V 字状に尖っている。また、先端部分 53a における長手方向の両端は、図 8（a）に示すように、45 度程度の角度で面取りしてある。このため、突条部 53 の先端部分 53a は、三角柱の両端を面取りした形状となっている。

【0120】


また、雌型 52 には、その上面に筋状突起 54 が複数形成されている。この筋状突起 54 は、隣り合う圧力発生室 29、29 同士を区画する隔壁の形成を補助するものであり、溝状窪部 33、33 同士の間に位置する。この筋状突起 54 は四角柱状であり、その幅は、隣り合う圧力発生室 29、29 同士の間隔（隔壁の厚み）よりも若干狭く設定されており、高さは幅と同程度である。また、筋状突起 54 の長さは溝状窪部 33（突条部 53）の長さと同程度に設定されている。

【0121】

そして、溝状窪部形成工程では、まず、図 10（a）に示すように、雌型 52 の上面に素材であるとともに圧力発生室形成板である帯板 55 を載置し、帯板 55 の上方に雄型 51 を配置する。次に、図 10（b）に示すように、雄型 51 を下降させて突条部 53 の先端部を帯板 55 内に押し込む。このとき、突条部 53 の先端部分 53a を V 字状に尖らせているので、突条部 53 を座屈させることなく先端部分 53a を帯板 55 内に確実に押し込むことができる。この突条部 53 の押し込みは、図 10（c）に示すように、帯板 55 の板厚方向の途中まで行なう。

【0122】

突条部 53 の押し込みにより、帯板 55 の一部分が流動し、溝状窪部 33 が形成される



。ここで、突条部 53 の先端部分 53a が V 字状に尖っているため、微細な形状の溝状窪部 33 であっても、高い寸法精度で作製することができる。すなわち、先端部分 53a で押された部分が円滑に流れるので、形成される溝状窪部 33 は突条部 53 の形状に倣った形状に形成される。このときに、先端部分 53a で押し分けられるようにして流動した素材 55 は、突条部 53 の間に設けられた空隙部 53b 内に流入し隔壁部 28 が成形される。さらに、先端部分 53a における長手方向の両端も面取りしてあるので、当該部分で押圧された帯板 55 も円滑に流れる。従って、溝状窪部 33 の長手方向両端部についても高い寸法精度で作製できる。

【0123】

また、突条部 53 の押し込みを板厚方向の途中で止めているので、貫通孔として形成する場合よりも厚い帯板 55 を用いることができる。これにより、圧力発生室形成板 30 の剛性を高めることができ、インク滴の吐出特性の向上が図れる。また、圧力発生室形成板 30 の取り扱いも容易になる。

【0124】

また、突条部 53 で押圧されたことにより、帯板 55 の一部は隣り合う突条部 53, 53 の空間内に隆起する。ここで、雌型 52 に設けた筋状突起 54 は、突条部 53, 53 同士の間に対応する位置に配置されているので、この空間内への帯板 55 の流れを補助する。これにより、突条部 53 間の空間に対して効率よく帯板 55 を導入することができ、隆起部を高く形成できる。

【0125】

本発明の前提となる溝状窪部 33 の成形は、基本的には上述のとおりである。ここで、溝状窪部 33 の成形精度、とりわけ隔壁部 28 の成形処理が重要となる。このような要請に応えるために、本発明では、鍛造加工パンチに第 1 金型と、仮成形金型と仕上げ金型からなる第 2 金型を保有させ、第 2 金型に特殊な形状を付与して、適正な隔壁部 28 を成形するようにしている。

【0126】

図 11～図 14 は、上記のような鍛造加工パンチ、鍛造加工装置、微細鍛造加工方法および液体噴射ヘッドの製造方法の実施例を示す。なお、すでに説明された部位と同じ機能を果たす部位については、同一の符号を図中に記載してある。

【0127】

なお、前述の雄型 51 および雌型 52 により帯板（素材）55 に塑性加工を行なうときには、常温の温度条件下であり、また、以下に説明する塑性加工においても同様に常温の温度条件で塑性加工を行っている。

【0128】


雄型 51a すなわち第 1 金型に、多数の成形パンチ 51b が配列されている。溝状窪部 33 を成形するために、この成形パンチ 51b を細長く変形して、突条部 53c とされている。そして、この突条部 53c は、所定ピッチで平行に配列されている。また、隔壁部 28 を成形するために、上記成形パンチ 51b の間に空隙部 53b（図 8, 図 10 参照）が設けられている。上記第 1 金型 51a が素材である圧力発生室形成板 30（55）に押込まれた状態が、図 12（C）に示してある。

【0129】

一方、上記雌型 52a すなわち第 2 金型は、上記突条部 53c の長手方向における中間部に対応する部分に、突条部 53c の配列方向に延びる凹部 54a が設けられている。そして、第 2 金型 52a には、仮成形金型 56 と仕上げ金型 57 の 2 種類の金型が準備されている。

【0130】

上記第 2 金型 52a は、仮成形用の仮成形金型 56 と、当該仮成形金型 56 による仮成形後に仕上げ加工を行なうための仕上げ金型 57 とを有しているため、上記仮成形金型 56 により素材 55 を空隙部 53b 内に流動させ、その後、仕上げ金型 57 により空隙部 53b 内における素材 55 の分布を正常な状態に可及的に近づけるので、空隙部 53b 内へ



の素材流入量が空隙部 53b の長さ方向においてはほぼ真直ぐな状態になり、この部分をたとえば液体噴射ヘッド 1 の圧力発生室 29 の隔壁部 28 のような部材として機能させるときに好都合である。

【0131】

このような第 2 金型 52a の構成や動作を詳細に述べると次のとおりである。

【0132】

上記仮成形金型 56 には上記空隙部 53b に対向するとともにこの空隙部 53b と略同じ長さの筋状突起 54 が形成されている。そして、この筋状突起 54 にはその長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部 54a が設けられている。図 14 は、図 12 に示されている筋状突起 54 の部分を拡大して示した側面図および断面図である。筋状突起 54 の長さ方向の略中央部に凹部 54a が形成され、凹部 54a 以外の箇所の断面が (A1) に示され、凹部 54a の中央部の断面が (A2) に示されている。

【0133】

上記筋状突起 54 は、図 9 や図 10 に示したものは、高さの低い突条のような部材形状であるが、凹部 54a を形成するためには、筋状突起 54 に図 12、図 14 に示すような所要の高さが必要とされている。したがって、このような凹部 54a が形成された筋状突起 54 は、高さのある「突条」が多数平行に配列されたもので、図 12 では断面形状が先端の尖った楔形状とされている。この楔形状部分の楔角度は、90 度以下の鋭角とされている。なお、筋状突起 54 の配列により谷部 56a が形成されている。また、圧力発生室形成板 55 の裏面に後述の仮成形工程で成形される隆起部 55a が図示されている。

【0134】

上記筋状突起 54 は、図 10、図 12 (B)、(C) 等に示すように、空隙部 53b に対向して配置され、筋状突起 54 で加圧された素材がそのまま空隙部 53b の方へ塑性流動をするようになっている。しかしながら、本発明においては、図 12 (E) に示すように、筋状突起 54 を半ピッチずらして、筋状突起 54 が突条部 53c と対向するように配置することも可能である。このような対向関係であると、筋状突起 54 と突条部 53c との間で加圧される素材の変形量が最も多くなるので、その部分の素材は、(E) に示した各筋状突起 54 の斜め上方に流動し空隙部 53b に押し込まれる。すなわち、1 つの空隙部 53b に対して左右両側から素材流入がなされ、上記の図 10 等と同等の成形精度が得られる。

【0135】

上記筋状突起 54 の長手方向の凹部 54a の長さは、筋状突起 54 の長さの約 $2/3$ 以下に設定してあり、好ましくは $1/2$ 以下である。また、筋状突起 54 のピッチは 0.14 mm である。この筋状突起 54 のピッチについては、0.3 mm 以下とすることにより、液体噴射ヘッド等の部品加工等においてより好適な予備成形となる。このピッチは好ましくは 0.2 mm 以下、より好ましくは 0.15 mm 以下である。さらに、筋状突起 54 の少なくとも凹部 54a の部分は、その表面が平滑に仕上げられている。この仕上げとしては、鏡面仕上げが適しているが、他に例えば、クロム鍍金を施してもよい。

【0136】

図 15 は、筋状突起 54 の各部の寸法等を示す側面図である。筋状突起 54 の長さ L_1 に対する凹部 54a の長さ L_2 すなわち L_2/L_1 は、前述のように、 $2/3$ 以下好ましくは $1/2$ 以下である。また、 H は、谷部 56a から筋状突起 54 の先端部までの長さすなわち筋状突起 54 の高さであり、 D は、凹部 54a の深さである。後述のように空隙部 53b において素材の良好な塑性流動を得るために、上記各部の寸法間に所定の寸法比が設定されている。

【0137】

すなわち、凹部 54a の長さ L_2 に対する凹部の深さ D の比は、約 0.05 ~ 約 0.3 である。上記 L_2 、 D の実寸法は、この例では、 L_2 が 0.5 mm ~ 1 mm、 D が 0.05 mm ~ 0.15 mm である。また、筋状突起 54 の高さ H に対する凹部 54a の深さ D の比は、約 0.5 ~ 約 1 である。この例における上記 H の実寸法は、0.5 mm ~ 1.5

mmである。なお、筋状突起54の長さL1は、この例では、1.6mmであり、上記のL2/L1は0.31~0.62である。

【0138】

図16は、図15に示した筋状突起54に補強対策を講じたもので、同図(A)は、凹部54aの中間部分、図示の例は筋状突起54の中央部に補強隆起部54dを設けたものである。こうすることにより、加圧成形時に凹部54aを拡開させる力が仮成形金型56に作用し、それによって凹部54aの最深部に応力が集中して、その部分にクラックが発生しやすいのであるが、上記補強隆起部54dが配置されていることにより、上記のような応力の集中が発生することがなくなり、クラック発生の恐れも解消される。

【0139】

また、図16(B)は、凹部54aの中間部分、図示の例は筋状突起54の中央部に逃げ凹部54eを設けたものである。こうすることにより、凹部54a内に流動した素材が凹部54aの最深部を加圧して、その部分にクラックが発生しやすいのであるが、上記逃げ凹部54eが成形されていることにより、上記のような最深部の加圧が回避でき、クラック発生の恐れも解消される。

【0140】

図17は、筋状突起54の凹部54aの変形例を示す。同図(A)は平面で構成された凹部形状、(B)は両端部が小さな曲面とされ大部分が平面とされた凹部形状、(C)は両端部が平坦な傾斜面とされ中央部が平面とされた凹部形状、(D)(E)は凹部の中間部分に隆起形状部54bが設けられている凹部形状である。上記のように楔形状部分の稜線部分を削り取って凹部54aが形成されているので、凹部54aの底面は図14(A2)のように断面で見ると平面となり、凹部全体では細長い円弧面になっている。

【0141】

上記の筋状突起54は楔形状で先端部が尖っているが、素材55の移動状態等により図17(F)に示すように平坦な頂面54cまたは丸みのある先端部の形状にしてもよい。

【0142】

つぎに、図13に示すように、上記第2金型52aの仕上げ金型57は、上記仮成形金型56による仮成形後に使用されるもので、この仕上げ金型57には仮成形金型56の筋状突起54が除去された平坦面57aが形成され、また、仮成形金型56の凹部54aに対応する箇所には収容凹部57bが形成されている。すなわち、仕上げ金型57の成形面の幅方向で見て、中央部に収容凹部57bが形成され、この収容凹部57bの両側に平坦面57aが設けられている。

【0143】

上記平坦面57aは、上記突条部53の配列方向における端部近傍の箇所が端部に向かって低くなる表面形状とされている。図13(A)に示す表面形状は上記平坦面57aに連続した傾斜面57cである。

【0144】

図18は、図13(A)に示した収容凹部57bに補強対策を講じたもので、同図(A)は、収容凹部57bの中間部分、図示の例は仕上げ金型57の幅方向の中央部に補強隆起部57dを設けたものである。こうすることにより、加圧成形時に収容凹部57bを拡開させる力が仕上げ金型57に作用し、それによって収容凹部57bの最深部に応力が集中して、その部分にクラックが発生しやすいのであるが、上記補強隆起部57dが配置されていることにより、上記のような応力の集中が発生することがなくなり、クラック発生の恐れも解消される。

【0145】

また、図18(B)は、収容凹部57bの中間部分、図示の例は仕上げ金型57の幅方向の中央部に逃げ凹部57eを設けたものである。こうすることにより、収容凹部57b内に流動した素材が収容凹部57bの最深部を加圧して、その部分にクラックが発生しやすいのであるが、上記逃げ凹部57eが配置されていることにより、上記のような最深部の加圧が回避でき、クラック発生の恐れも解消される。

【0146】

上記仕上げ金型 57 の収容凹部 57b の深さ寸法と長さ寸法が、それぞれ 0.05 ~ 0.15 mm と 0.5 ~ 1 mm である場合には、仕上げ加工において、加圧方向に略直交する方向への素材流動量とそれを受け入れる凹部空間を、加圧ストロークの大きさと兼ね合いにおいて、程よくバランスさせることができ、上記空隙部 53b 内への素材流動が最適化される。

【0147】

図 19 に示した仕上げ金型 57 の形状は、上記収容凹部 57b を挟んで平行に配置された上記平坦面 57a が、圧力発生室 29 の連通口 34 に近い側の一方の平坦面 57a が、他方の平坦面 57a よりも圧力発生室形成板 30 から遠ざかる方向に後退した位置に配置されているものである。つまり、両平坦面 57a、57a の間に段差 T が設けてある。したがって、連通口 34 に近い側の一方の平坦面 57a によって加圧される素材の加圧量が、他方の平坦面 57a によって加圧される素材の加圧量よりも少なくなる。このため、加圧量の少ない方が、塑性変形の度合いが少ないため、加圧量の多い方に比べて加圧後のスプリングバックの量が大きくあらわれ、連通口に近い側の溝状窪部 33 の深さが、連通口から遠い側に比べて浅くなる。このような溝状窪部 33 の浅い側に連通口 34 を、成形パンチで溝状窪部 33 の底部に加圧力による塑性変形を付与しながら開口すると、連通口 34 近辺の溝状窪部 33 の深さが深くなり、最終的には溝状窪部 33 の深さが全長にわたって略均一になる。このような成形過程によって形成された圧力発生室 29 の深さは全長にわたり均一な深さとなるので、各圧力発生室 29 内のインクの量が均一化され、また、インク流に異常な流路抵抗が作用することなく、ノズル開口からのインク滴吐出が正常になされる。さらに、連通口 34 に近い側の素材の密度や加工硬化の度合いが他の側よりも小さくなる。したがって、連通口 34 を成形するときの成形パンチに作用する加工抵抗が軽減され、成形パンチの耐久性が向上し、また、連通口 34 の加工精度向上にとっても有利である。

【0148】

上記仮成形金型 56 の筋状突起 54 の長手方向の幅寸法と、上記仕上げ金型 57 の収容凹部 57b に直交する方向の幅寸法とが、上記圧力発生室 29 の長さ方向の寸法と略同じである。このため、仮成形金型 56 と仕上げ金型 57 の上記両幅寸法が、圧力発生室 29 の長さ寸法と略同じとされた最小限の寸法となるので、仮成形金型 56 および仕上げ金型 57 を小型化して、微細部分の加工に適した金型が得られる。

【0149】

図 20 は、インク噴射ヘッド 1 の部分的な構造を示す断面図と平面図であり、上記圧力発生室形成板 30 のノズルプレート 31 側に凹所 63 を存在させた状態で圧力発生室形成板 30 とノズルプレート 31 とが接着剤 64 で接合されている例である。凹所 63 の配置の仕方としては種々な方法があるが、この例では、図 12 に示すように、溝状窪部 33 の仮成形時に、圧力発生室形成板 30 に突条部 53c と筋状突起 54 が圧入され、筋状突起 54 の圧入による圧痕が上記凹所 63 とされている。実際には、筋状突起 54 の圧入痕は溝状になっているが、連通口 34 が開口された箇所の素材は複雑な流動変化をしているので、研磨仕上げの後には、連通口 34 の近傍に残存すると考察される。

【0150】

接着剤 64 で圧力発生室形成板 30 とノズルプレート 31 を接合すると、上記のようにして配置された凹所 63 内に余剰の接着剤 64 が収容される。したがって、接着剤 64 の膜厚が接着強度を高めるのに最適厚さとなり、圧力発生室形成板 30 とノズルプレート 31 との接合強度を強化することができる。

【0151】

図 20 (B) は、筋状突起 54 が第 1 金型 51a の空隙部 53b に対向している場合の凹所 63 の配置であり、また、(C) は、筋状突起 54 が第 1 金型 51a の突条部 53c に対向している場合の凹所 63 の配置であり、いずれも凹所 63 のピッチは、圧力発生室 29 (溝状窪部 33) と実質的に同じピッチになっており、しかも、凹所 63 は連通口 3

4の開口部の近傍に配置されている。

【0152】

上記のようなピッチ状態とすることにより、上記凹所63が圧力発生室形成板30のノズルプレート31側の接合面に一定間隔で分布するので、余剰接着剤64を均一に収容して接着剤64の膜厚が広範囲にわたって適正化され、接着強度が向上する。さらに、上記凹所63が、連通口34の近傍に形成されているので、余剰接着剤64が連通口34の近傍で凹所63に収容され、連通口34の流路空間にはみ出ることがない。したがって、はみ出た箇所には気泡が滞留するようなこともなく、インクの良い流通が確保できる。

【0153】

つぎに、上記の第1金型51a、第2金型52aによって構成された鍛造加工パンチの加工動作を説明する。

【0154】

上記両金型51a、52aの間で加圧された金属素材板55は、第1金型51aの空隙部53bに押込まれるようにして素材55の流入移動がなされる。このとき、第2金型52aには中間部の高さが低くされた凹部54aが設けられているので、上記凹部54a両側の第2金型52aの端部に近い箇所56b、56b（図12（D）参照）においては、両金型51a、52a間の間隔D1が中間部（凹部）の間隔D2よりも狭くなっていて、この狭い部分においては素材の加圧量が多くなる。このようにして加圧された金属素材板55は、加圧方向に略直交する方向へ押し出されるようにして流動させられ、両金型51a、52a間の間隔が広がった加圧量の少ない凹部54aの方へより多くの素材移動がなされる。換言すると、上記素材流動において、凹部54aが素材55の逃げ込み場所を提供しているような機能を果たしている。このような素材移動は、主として、上記突条部53cや空隙部53bの長手方向に沿って行われ、また、素材55の一部が凹部54aの方へ膨出した隆起部55aとなる。

【0155】

したがって、上記加圧量の多い箇所56bにおいては強い素材加圧により、空隙部53bへの素材流入が積極的に行われ、また、加圧量の少ない凹部54aの方へはより多くの素材55が流動してくるので、凹部54aに対応した箇所の空隙部53bに対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部54aの両側56b、56bで素材の流動を凹部54a側へ仕向けつつ空隙部の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。また、突条部53cは所定ピッチで配列されているので、各突条部53cの押込みによる配列方向（突条部の幅方向）への素材の流動現象が、流動方向および流動量のいずれにおいても均一化される。このような上記所定ピッチに基づく素材55の流動が、上記の空隙部53bの長手方向への流動現象を乱すようなことがなく、各空隙部53bへの均一な素材の流入に寄与している。

【0156】

上記の空隙部53bに流入した素材55が溝状窪部33の隔壁部28を構成するので、溝状窪部33の空間形状を正確に形成することができる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の鍛造加工パンチを金属製のニッケル等の素材に使用すれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。さらに、各溝状窪部33の容積を均一に加工できるので、液体噴射ヘッドの圧力発生室等を成形するような場合においては、液体噴射ヘッドの噴射特性を安定させる等の面で非常に有効である。

【0157】

上記の加工動作は、第2金型52aの凹部54aの動作機能に重点を置いて説明したものであるが、図示の筋状突起54およびその凹部54aによる動作機能はつぎのとおりである。図12（B）は、第1金型51aと第2金型52aとの間で素材55が加圧される直前の状態を示している。この状態から（C）（D）に示すように両金型51a、52a間で素材55が加圧されると、筋状突起54が素材55に突き刺さるようにして圧入され

て行くのと同時に、空隙部 53b 内への素材流動がなされて、隔壁部 28 の仮成形がなされる。

【0158】

上記の仮成形の段階においては、筋状突起 54 の凹部 54a により、上述の場合と同様に加圧量の少ない凹部 54a の方へはより多くの素材 55 が流動して行くので、凹部 54a に対応した箇所の空隙部 53b に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部 54a の両側 56b、56b で素材の流動を凹部側へ仕向けつつ空隙部 53b の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。さらに、筋状突起 54 自体の突起高さが相乗して、より一層多くの素材 55 が空隙部 53b 内に積極的に押込まれる。このような仮成形状態における隔壁部 28 の高さは、図 12 (D) に示すように、低い部分 28a、28a と高い部分 28b が形成される。このように高低差ができるのは、端部に近い箇所 56b、56b において加圧された素材 55 が凹部 54a の箇所へより多く流動して、そのときに多くの素材 55 が空隙部 53b 内に流動するからである。

【0159】

図 12 (C) (D) に示す仮成形が完了すると、仮成形状態の素材 55 は図 13 (B) に示すように、第 1 金型 51a と仕上げ金型 57 の間に移送され、そこで両金型 51a、52a で (C) に示すように加圧される。仕上げ金型 57 には収容凹部 57b の両側に平坦面 57a が形成してあるので、上記の低い隔壁部の部分 28a、28a における空隙部 53b 内への素材 55 の流動量が多くなり、部分 28a、28a の高さが高くなる。このとき、上記隆起部 55a は収容凹部 57b 内に収容されて仕上げ金型 57 から加圧力を受けることがないので、上記の高い部分 28b の高さはほとんど変わらない。したがって、最終的には (D) に示すように、隔壁部 28 の高さが略均一な高さとなる。

【0160】

また、仕上げ成形の段階においては、上記傾斜面 57c が形成されているので、各空隙部 53b 内への素材 55 の流入量が全ての空隙部 53b において可及的に均一化される。すなわち、上記突条部 53 の配列方向に流動した素材 55 が突条部 53 の配列中央部から端部の方へ少しずつ流動して集積的に偏った状態になり、端部付近がいわゆる多肉状態になる。このように集積的に偏った素材量を端部が低くなった傾斜面 57c で加圧するので、多肉状態の素材を過度に空隙部 53b 内に流動させることが防止される。したがって、各空隙部 53b 内への素材 55 の流入量が全ての空隙部 53b において可及的に均一化される。

【0161】

上記筋状突起 54 は、先端の尖った楔形状としてあるので、上記楔形状の部分が素材 55 に確実に食い込むので、空隙部 53b に対向した箇所の素材 55 を正確に加圧することができ、空隙部 53b への素材流動が確実になされる。また、楔角がいわゆる 90 度以下の鋭角とされていることにより、素材 55 への食い込みがより一層確実に達成される。上記筋状突起 54 のピッチが、0.3mm 以下とされていることにより、この鍛造加工パンチでインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室をきわめて精巧な鍛造加工で製作することができる。

【0162】

また、上記突条部 53c と筋状突起 54 との間で素材が最も大量に加圧されるので、突条部 53c に対向している筋状突起 54 自体の突起高さが相乗的に機能して、より一層多くの素材が空隙部 53b の方に向かって積極的に押込まれる。すなわち、この筋状突起 54 による空隙部 53b 内への素材押込みは、上述の場合と同様に、素材が加圧量の多い箇所から加圧量の少ない凹部 54a の方へ流動する現象に相乗した態様で行われるので、凹部 54a に対応した箇所の空隙部 53b に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部 54a の両側で素材の流動を凹部 54a 側へ仕向けつつ空隙部 53b の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。

【0163】

上記凹部 54a が、円弧状の凹部形状とされていることにより、第 2 金型中間部の高さ

が徐々に緩やかに変化をするので、上記空隙部 53b に流入する素材 55 の量が空隙部 53b の長さ方向で見て、可及的に均一なものとなる。また、凹部 54a が、複数の平面で構成された凹部形状とされていることにより、平面の傾斜角度を選定することにより、第 2 金型中間部の高さを徐々に緩やかに変化させることができ、空隙部 53b に流入する素材 55 の量が空隙部 53b の長さ方向で見て、可及的に均一なものとなる。

【0164】

上記凹部 54a の中間部分に隆起形状部 54b が設けられている場合には、上記隆起形状部 54b と第 2 金型 52a の端部に近い箇所において両金型 51a, 52a の間隔（上記間隔 D1 に相当）が狭くなるとともに、上記凹部 54a が複数化されるので、加圧量の多い箇所と加圧量の少ない箇所が交互に複数配置される。したがって、加圧量の多い箇所（上記 56b に相当）と素材 55 の流動先となる凹部 54a が交互に小刻みに配置されるので、空隙部 53b に流動する素材 55 の量が空隙部 53b の長さ方向で見て略均一になる。

【0165】

上記各中間部は、上記突条部 53c および筋状突起 54 の長さ方向の略中央部であるから、上記中央部の両側における素材の流動が略均等になされるので、上記加圧量の少ない凹部 54a に対して両側から略均等に素材流動がなされる。このため、凹部 54a における素材の流動量が凹部 54a の長さ全体にわたって均一化され、例えば、圧力発生室 29 の隔壁部 28 を成形するような事例では、隔壁部 28 の形状を高精度で得ることができる。

【0166】

上記筋状突起 54 の長手方向の凹部 54a の長さを、筋状突起 54 の長さの約 2/3 以下に設定することにより、加圧方向に略直交する方向への素材流動量とそれを受け入れる凹部 54a の空間を、加圧ストロークの大きさとの兼ね合いにおいて、程よくバランスさせることができ、空隙部 53b 内への素材流動が最適化される。上記筋状突起 54 の凹部 54a の長さ寸法に対する深さ寸法の比は、約 0.05～約 0.3 である場合、あるいは、上記筋状突起 54 の高さ寸法に対する筋状突起 54 の凹部 54a の深さ寸法の比は、約 0.03～約 0.3 である場合には、加圧方向に略直交する方向への素材流動量とそれを受け入れる凹部空間を、加圧ストロークの大きさとの兼ね合いにおいて、程よくバランスさせることができ、上記空隙部 53b 内への素材流動が最適化される。

【0167】

上記筋状突起 54 の少なくとも凹部 54a の部分が、鏡面仕上げやクロム鍍金等でその表面が平滑に仕上げられているので、加圧方向に略直交する方向に流動してきた素材 55 が凹部 54a においてその平滑な表面状態により、積極的に空隙部 53b の方へ変向され、空隙部 53b 内への素材流入がより一層積極的に行われる。

【0168】

第 1 金型 51a と第 2 金型 52a は、金型が進退動作をする通常の鍛造加工装置（図示していない）に固定され、両金型 51a と 52a の間に圧力発生室形成板 30（55）を配置して、順次加工がなされる。また、第 2 金型 52a は仮成形金型 56 と仕上げ金型 57 が組になって構成されているので、仮成形金型 56 と仕上げ金型 57 を隣合わせて配列し、圧力発生室形成板 30（55）を順次移行させるのが適当である。

【0169】

本発明による鍛造加工装置は、少なくとも所定ピッチで平行に配列された突条部 53c および各突条部 53c の間に形成された空隙部 53b が設けられた第 1 金型と 51a、上記第 1 金型 51a との間で金属素材板 55 の両面から鍛造加工を行ない、上記突条部 53c の長手方向における中間部に対応する部分に、突条部 53c の配列方向に延びる凹部 54a が設けられている第 2 金型 52a とを有しているので、上記両金型 51a, 52a の間で加圧された金属素材板 55 は、第 1 金型 51a の空隙部 53b に押込まれるようにして流入移動がなされる。このとき、第 2 金型 52a には中間部に凹部 54a が設けられているので、上記凹部 54a 両側の箇所においては、両金型 51a, 52a 間の間隔が中間

部（凹部 54a）よりも狭くなっていて、この狭い部分においては素材 55 の加圧量が多くなる。このようにして加圧された金属素材板 55 は、加圧方向に略直交する方向へ押し出されるようにして流動させられ、両金型 51a, 52a 間の間隔が広がった加圧量の少ない凹部 54a の方へより多くの素材移動がなされる。換言すると、上記素材流動において、凹部 54a が素材 55 の逃げ込み場所を提供しているような機能を果たしている。このような素材移動は、主として、上記突条部 53c や空隙部 53b の長手方向に沿って行われ、また、素材 55 の一部が凹部の方へ膨出した隆起部となる。

【0170】

したがって、上記加圧量の多い箇所においては強い素材加圧により、空隙部 53b への素材流入が積極的に行われ、また、加圧量の少ない凹部 54a の方へはより多くの素材 55 が流動してくるので、凹部 54a に対応した箇所の空隙部 53b に対しても多くの素材流入が行われる。このようにして、凹部 54a の両側で素材 55 の流動を凹部 54a 側へ仕向けつつ空隙部 53b の全域にわたってより多くの素材流入がなされる。また、突条部 53c は所定ピッチで配列されているので、各突条部 53c の押込みによる配列方向（突条部 53c の幅方向）への素材の流動現象が、流動方向および流動量のいずれにおいても均一化される。このような上記所定ピッチに基づく素材 55 の流動が、上記の空隙部 53b の長手方向への流動現象を乱すようなことがなく、各空隙部 53b への均一な素材の流入に寄与している。

【0171】

上記の空隙部 53b に流入した素材 55 が窪み形状部の隔壁部 28 を構成するような場合においては、窪みの空間形状を正確に形成することができる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の鍛造加工パンチを金属製の素材 55 に使用すれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。さらに、各窪部の容積を均一に加工できるので、例えば、液体噴射ヘッド 1 の圧力発生室 29 等を成形するような場合においては、液体噴射ヘッド 1 の噴射特性を安定させる等の面で非常に有効である。

【0172】

さらに、上記第 2 金型 52a が、先行して加工動作をする仮成形用の仮成形金型 56 と、当該仮成形金型 56 による仮成形に引続いて仕上げ加工を行なう仕上げ金型 57 とから構成されているので、仮成形に引続いて仕上げ加工が順送りの状態で行なえ、効率的に動作する装置が得られる。また、上記のように、連続性のある加工動作であるから、各工程における被加工物の位置決め等を高精度で設定でき、加工精度の向上にとって有効である。

【0173】

上述の鍛造加工パンチを用いて微細鍛造加工方法を実施することができる。これは、第 1 工程として上記第 1 金型 51a と仮成形金型 56 との間で金属素材板 55 に予備成形を行い、第 2 工程として第 1 金型 51a と仕上げ金型 57 との間で仕上げ加工を行なう。これらの第 1 工程と第 2 工程において生じる素材 55 の加工変形の進行状態は、上述の鍛造加工パンチにおいて述べたものと同様である。

【0174】

したがって、上記の空隙部 53b に流入した素材 55 が液体噴射ヘッドの溝状窪部 33 の隔壁部 28 を構成するような場合においては、溝状窪部 33 の形状を正確に形成することができる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の金属製素材を対象にした微細鍛造加工方法によれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。さらに、各窪部の容積を均一に加工できるので、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室等を微細に成形するような場合においては、液体噴射ヘッドの噴射特性を安定させる等の面で非常に有効である。

【0175】

さらに、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室29となる溝状窪部33が列設されると共に、各溝状窪部33の一端に板厚方向に貫通する連通口34を形成した金属製の圧力発生室形成板30と、上記連通口34と対応する位置にノズル開口48を穿設した金属製のノズルプレート31と、溝状窪部33の開口面を封止すると共に、溝状窪部33の他端に対応する位置にインク供給口45を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板30における溝状窪部33側に封止板(43)を、反対側にノズルプレート31をそれぞれ接合したものが製造の対象とされている。

【0176】

具体的な製造方法は、第1金型51aには平行に配列された突条部53cとこれら突条部53cの間に形成された空隙部53bが設けられ、第2金型52aとして、上記空隙部53bに対向するとともに空隙部53bと略同じ長さの筋状突起54が設けられ、この筋状突起54には長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部54aが設けられている仮成形金型56と、筋状突起54が除去された平坦面57aとされ、凹部54aに対応する箇所に収容凹部57bが設けられた仕上げ金型57とが準備され、第1工程は第1金型51aと仮成形金型56との間で上記圧力発生室形成板30に予備成形を行い、第2工程は第1金型51aと仕上げ金型57との間で圧力発生室形成板30に仕上げ成形を行って上記溝状窪部33を圧力発生室形成板30に成形するものである。

【0177】

このため、上記の微細鍛造加工方法と同様な工程順序により、圧力発生室形成板30に溝状窪部33が加工される。これらの点を要約すると、上記第1工程である予備成形では、凹部54aの両側で圧力発生室形成板30の素材流動を凹部54a側へ仕向けつつ空隙部53bの全域にわたってより多くの素材流入がなされる。ついで、上記仕上げ成形である第2工程では、上記平坦面57aでさらに圧力発生室形成板30を空隙部の方へ加圧することにより、素材55の空隙部53b内への流動高さが空隙部53bの長さ方向にわたって可及的に均一になる。このとき、上記収容凹部57bに上記隆起部55aが収容されているので、隆起部55aに相当する量の素材が空隙部53b内に移動するようなことがなく、上記流動高さの均一化に有効に機能している。

【0178】

以上のようにして、精密に仕上げられた隔壁部28を有する溝状窪部33が圧力発生室形成板30に成形される。この成形は、加工工数が異方性エッチング手法等に比して大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。さらに、各溝状窪部33の容積を均一に加工できるので、液体噴射ヘッド1の圧力発生室29等の微細な成形において、最適な製造方法であり、液体噴射特性を正常に確保するのに有効である。

【0179】

図21に例示した記録ヘッド1'は、本発明を適用することのできる事例であり、圧力発生素子として発熱素子61を用いたものである。この例では、上記の弾性板32に代えて、コンプライアンス部46とインク供給口45とを設けた封止基板62を用い、この封止基板62によって圧力発生室形成板30における溝状窪部33側を封止している。また、この例では、圧力発生室29内における封止基板62の表面に発熱素子61を取り付けている。この発熱素子61は電気配線を通じて給電されて発熱する。なお、圧力発生室形成板30やノズルプレート31等、その他の構成は上記実施例と同様であるので、その説明は省略する。

【0180】

この記録ヘッド1'では、発熱素子61への給電により、圧力発生室29内のインクが突沸し、この突沸によって生じた気泡が圧力発生室29内のインクを加圧する。この加圧により、ノズル開口48からインク滴が吐出される。そして、この記録ヘッド1'でも、圧力発生室形成板30を金属の塑性加工で作製しているため、上記した実施例と同様の作用効果を奏する。

【0181】

また、連通口 34 に関し、上記実施例では、溝状窪部 33 の一端部に設けた例を説明したが、これに限らない。例えば、連通口 34 を溝状窪部 33 における長手方向略中央に形成して、溝状窪部 33 の長手方向両端にインク供給口 45 及びそれと連通する共通インク室 14 を配置してもよい。このようにすることにより、インク供給口 45 から連通口 34 に至る圧力発生室 29 内におけるインクの淀みを防止できるので、好ましい。

【0182】

上記各実施例は、インクジェット式記録装置を対象にしたものであるが、本発明によって得られた液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録装置用のインクだけを対象にするのではなく、グルー、マニキュア、導電性液体（液体金属）等を噴射することができる。さらに、上記実施例では、液体の一つであるインクを用いたインクジェット式記録ヘッドについて説明したが、プリンタ等の画像記録装置に用いられる記録ヘッド、液晶ディスプレイ等のカラーフィルタの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機 EL ディスプレー、FED（面発光ディスプレイ）等の電極形成に用いられる電極材噴射ヘッド、バイオチップ製造に用いられる生体有機噴射ヘッド等の液体を吐出する液体噴射ヘッド全般に適用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0183】

【図 1】 インクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図 2】 インクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図 3】 (a) 及び (b) は、振動子ユニットを説明する図である。

【図 4】 圧力発生室形成板の平面図である。

【図 5】 圧力発生室形成板の説明図であり、(a) は図 4 における X 部分の拡大図、(b) は (a) における A-A 断面図、(c) は (a) における B-B 断面図である。

【図 6】 弾性板の平面図である。

【図 7】 弾性板の説明図であり、(a) は図 6 における Y 部分の拡大図、(b) は (a) における C-C 断面図である。

【図 8】 (a) 及び (b) は、溝状窪部の形成に用いる雄型を説明する図である。

【図 9】 (a) 及び (b) は、溝状窪部の形成に用いる雌型を説明する図である。

【図 10】 (a) ~ (c) は、溝状窪部の形成を説明する模式図である。

【図 11】 金型と素材との関係を示す斜視図である。

【図 12】 仮成形の進行状態を示す斜視図と断面図である。

【図 13】 仕上げ成形の進行状態を示す斜視図と断面図である。

【図 14】 筋状突起の凹部形状を示す側面図と断面図である。

【図 15】 筋状突起の凹部の各部寸法を示す側面図である。

【図 16】 筋状突起の凹部の変形例を示す側面図である。

【図 17】 筋状突起の凹部の他の変形例を示す側面図である。

【図 18】 仕上げ金型の凹部の変形例を示す側面図である。

【図 19】 仕上げ金型の凹部の変形例を示す側面図である。

【図 20】 圧力発生室形成板とノズルプレートとの接合箇所を示す断面図と部分的な平面図である。

【図 21】 変形例のインクジェット式記録ヘッドを説明する断面図である。

【符号の説明】

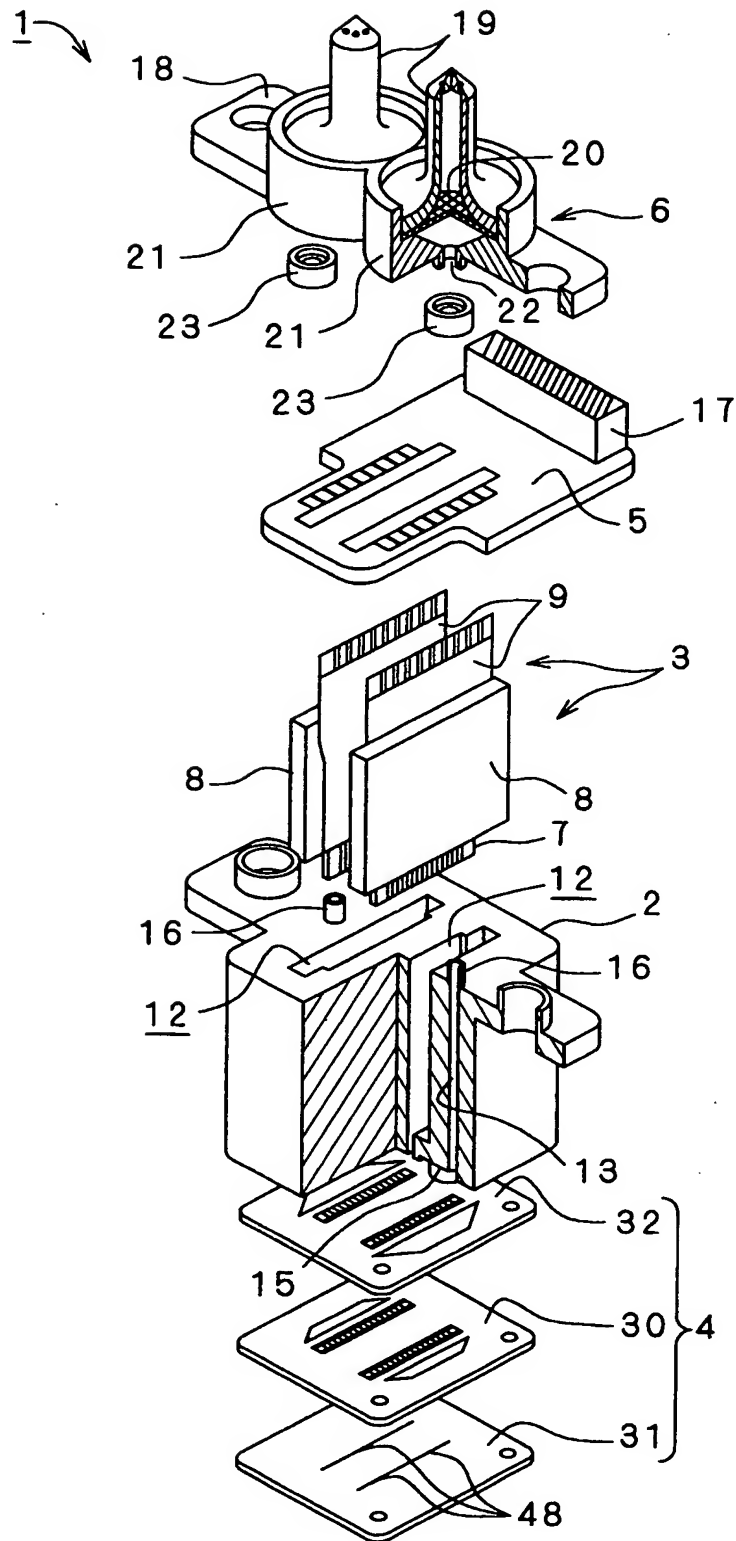
【0184】

- 1 インクジェット式記録ヘッド、インク噴射ヘッド
- 1' インクジェット式記録ヘッド
- 2 ケース
- 3 振動子ユニット
- 4 流路ユニット
- 5 接続基板

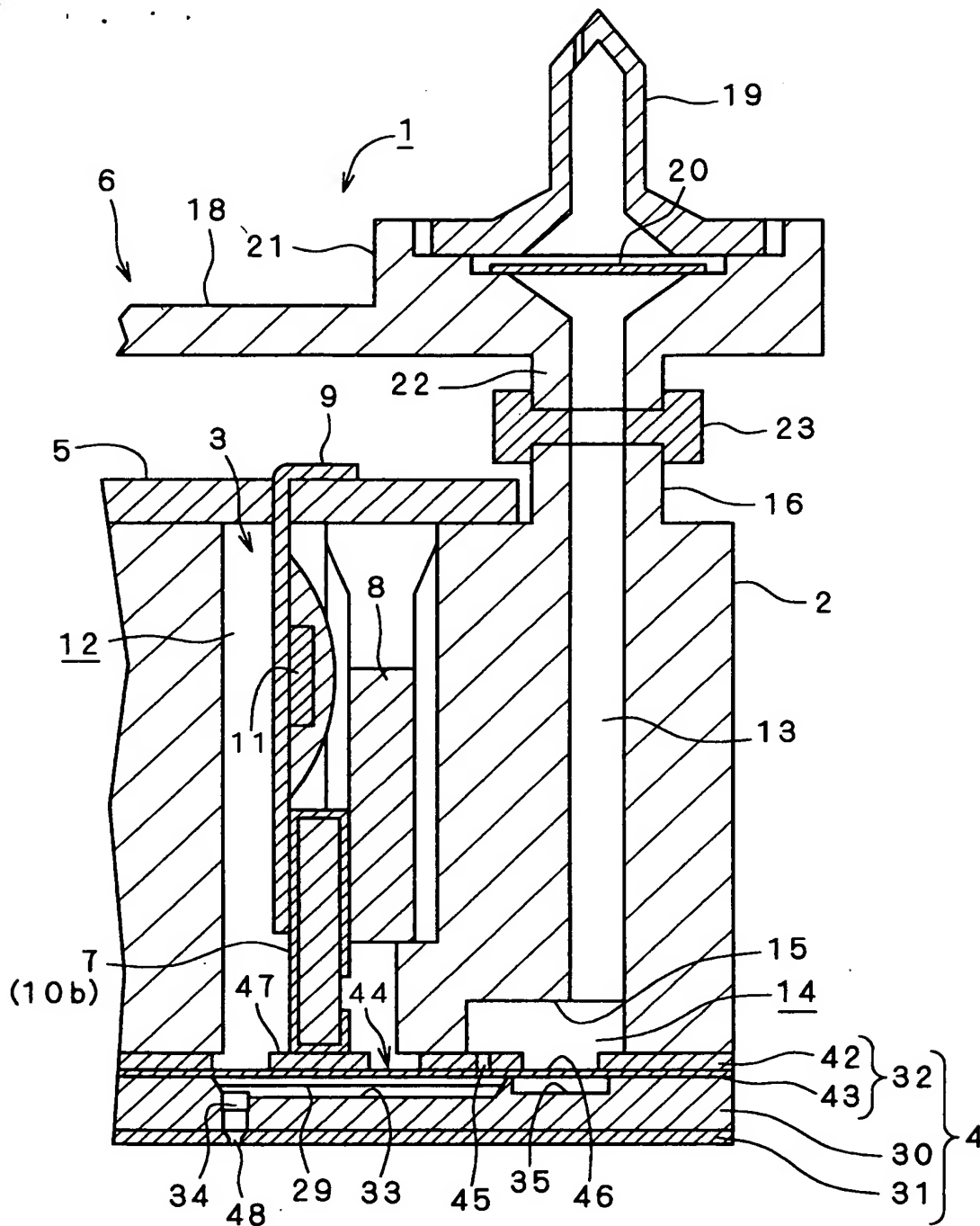
- 6 供給針ユニット
- 7 圧電振動子群
- 8 固定板
- 9 フレキシブルケーブル
- 10 圧電振動子
- 10 a ダミー振動子
- 10 b 駆動振動子
- 11 制御用 I C
- 12 収納空部
- 13 インク供給路
- 14 共通インク室
- 15 先端凹部
- 16 接続口
- 17 コネクタ
- 18 針ホルダ
- 19 インク供給針
- 20 フィルタ
- 21 台座
- 22 インク排出口
- 23 パッキン
- 28 隔壁部
- 28 a 隔壁部の低い部分
- 28 b 隔壁部の高い部分
- 29 圧力発生室
- 30 圧力発生室形成板
- 31 ノズルプレート
- 32 弾性板
- 33 溝状窪部
- 34 連通口
- 35 逃げ凹部
- 36 ダミー窪部
- 37 第 1 連通口
- 38 第 2 連通口
- 39 ダミー連通口
- 40 第 1 ダミー連通口
- 41 第 2 ダミー連通口
- 42 支持板
- 43 弾性体膜
- 44 ダイアフラム部
- 45 インク供給口
- 46 コンプライアンス部
- 47 島部
- 48 ノズル開口
- 51 雄型
- 51 a 第 1 金型
- 51 b 成形パンチ
- 52 雌型
- 52 a 第 2 金型
- 53 突条部
- 53 a 先端部分

5 3 b	空隙部
5 3 c	突条部
5 4 .	筋状突起
5 4 a	凹部
5 4 b	隆起形状部
5 4 c	頂面
5 4 d	補強隆起部
5 4 e	逃げ凹部
5 5	帯板, 素材, 金属素材板, (圧力発生室形成板)
5 5 a	隆起部
5 6	仮成形金型
5 6 a	谷部
5 6 b	端部に近い箇所
5 7	仕上げ金型
5 7 a	平坦面
5 7 b	収容凹部
5 7 c	傾斜面
5 7 d	補強隆起部
5 7 e	逃げ凹部
6 1	発熱素子
6 2	封止基板
6 3	凹所
6 4	接着剤
D	凹部の深さ
H	筋状突起の高さ
L 1	筋状突起の長さ
L 2	凹部の長さ
T	段差

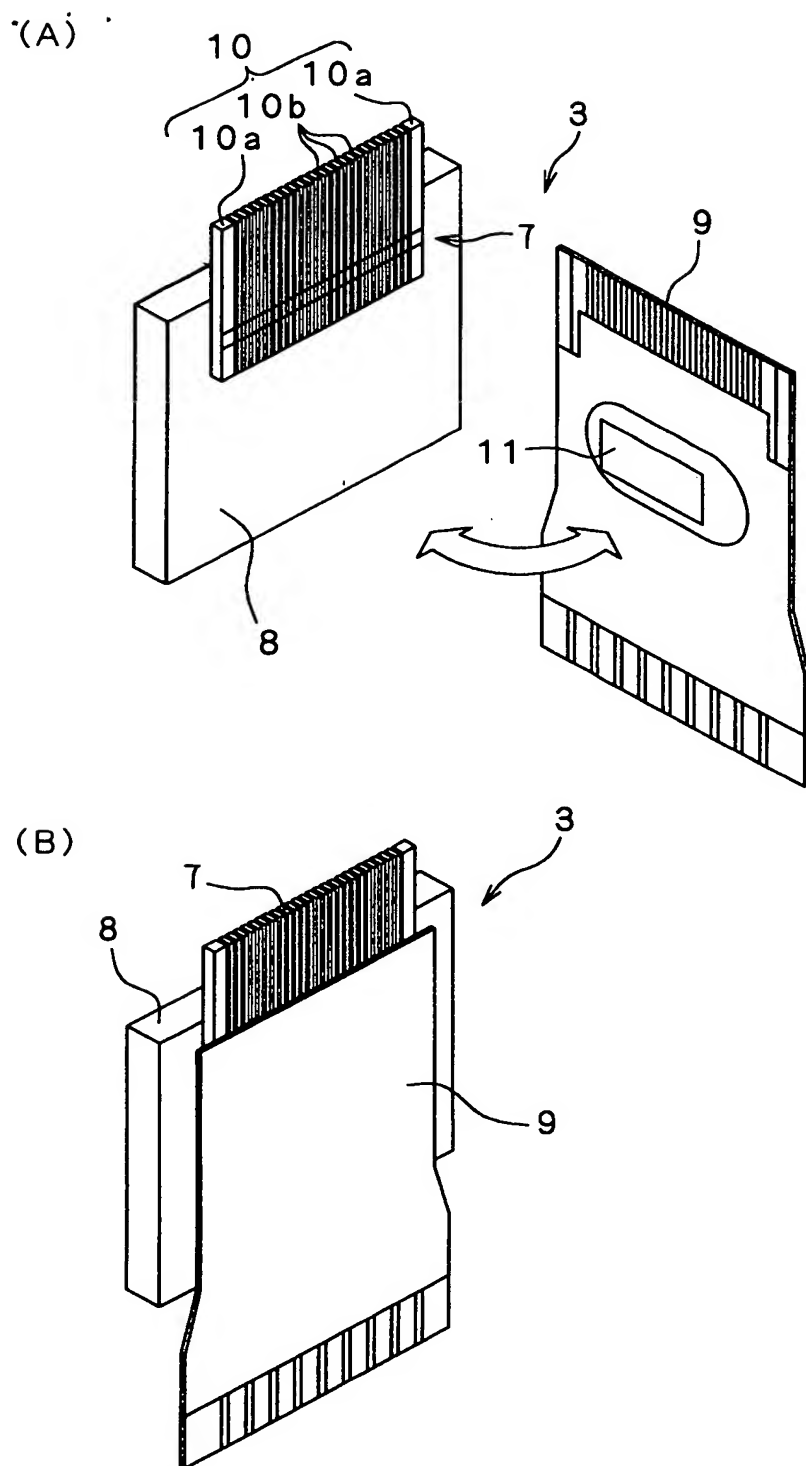
【書類名】 図面
【図 1】



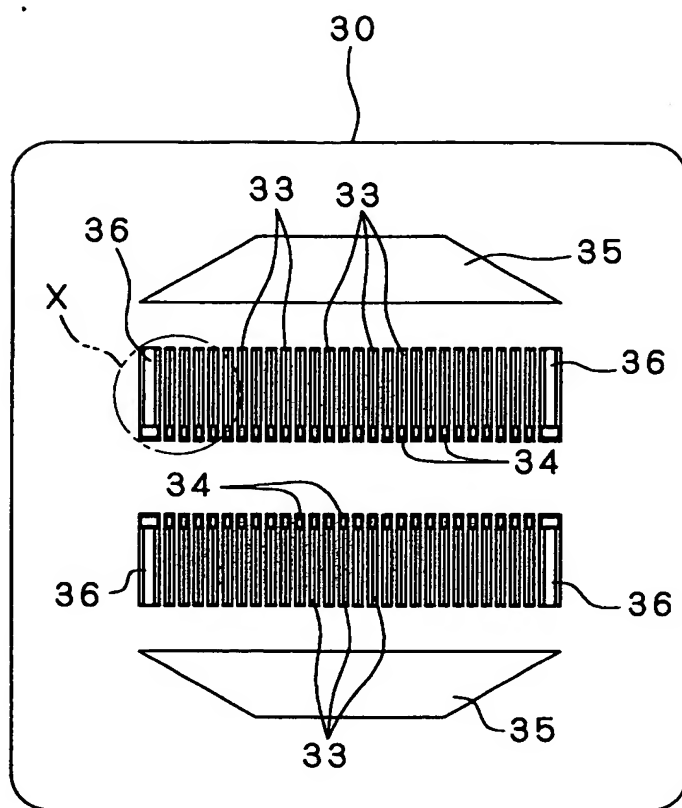
【図 2】



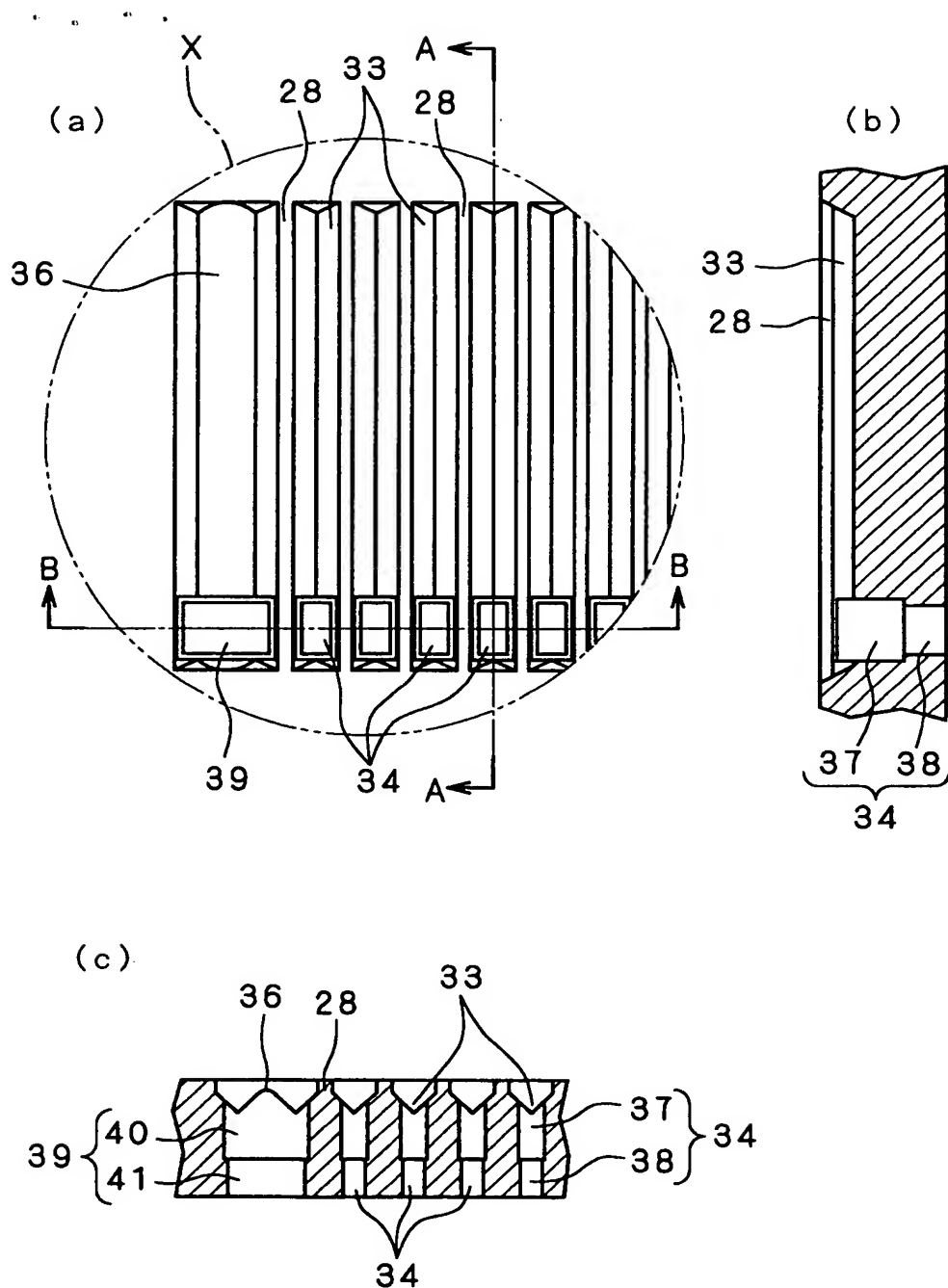
【図 3】



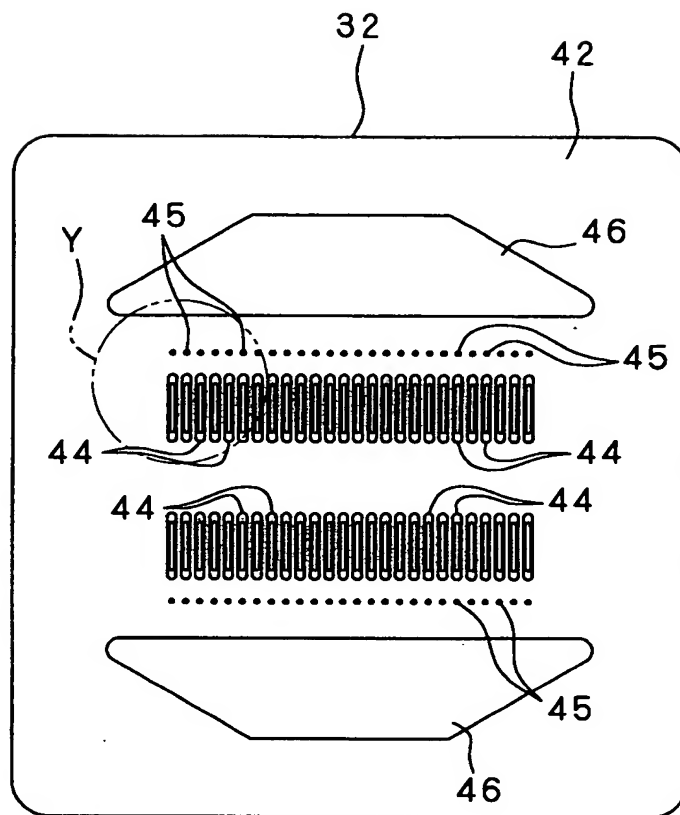
【図 4】



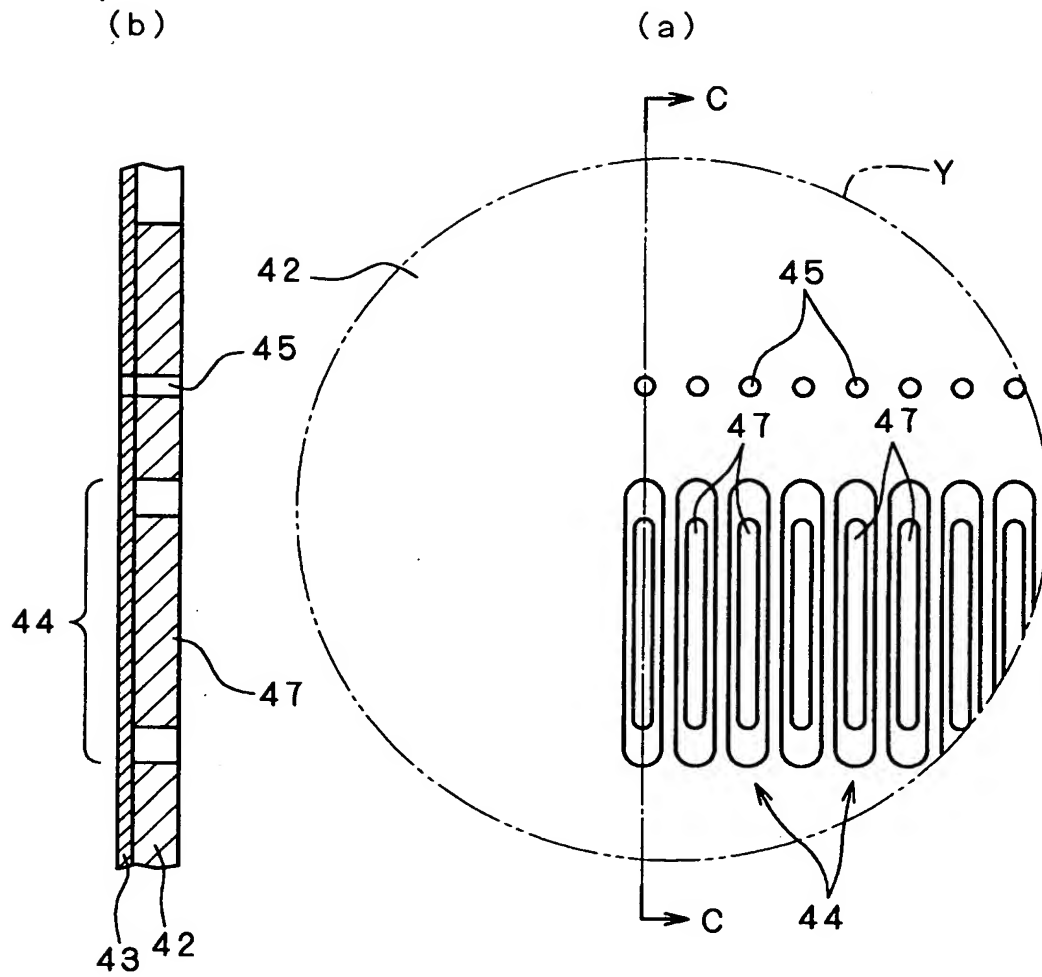
【図 5】



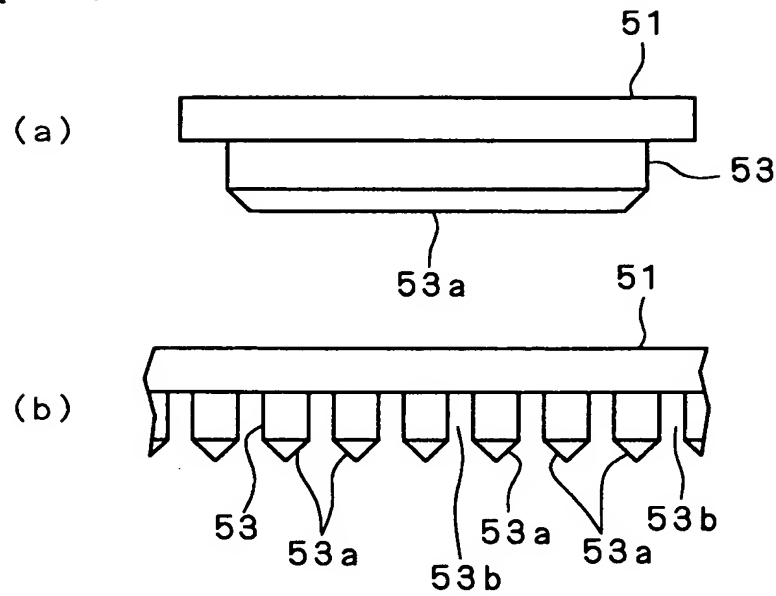
【図 6】



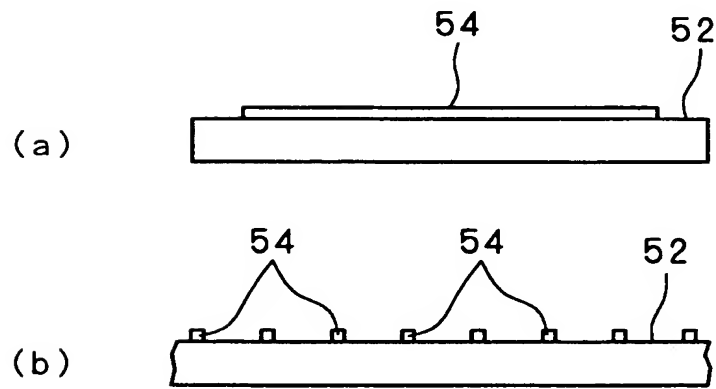
【図 7】



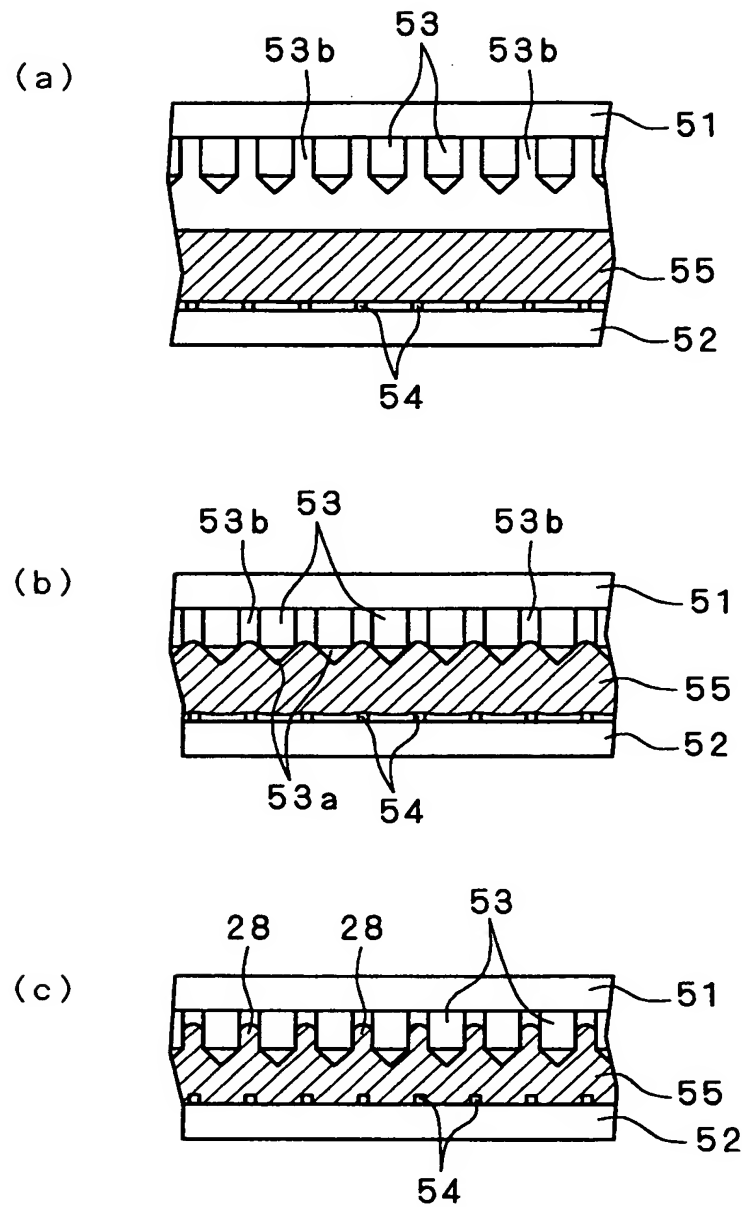
【図 8】



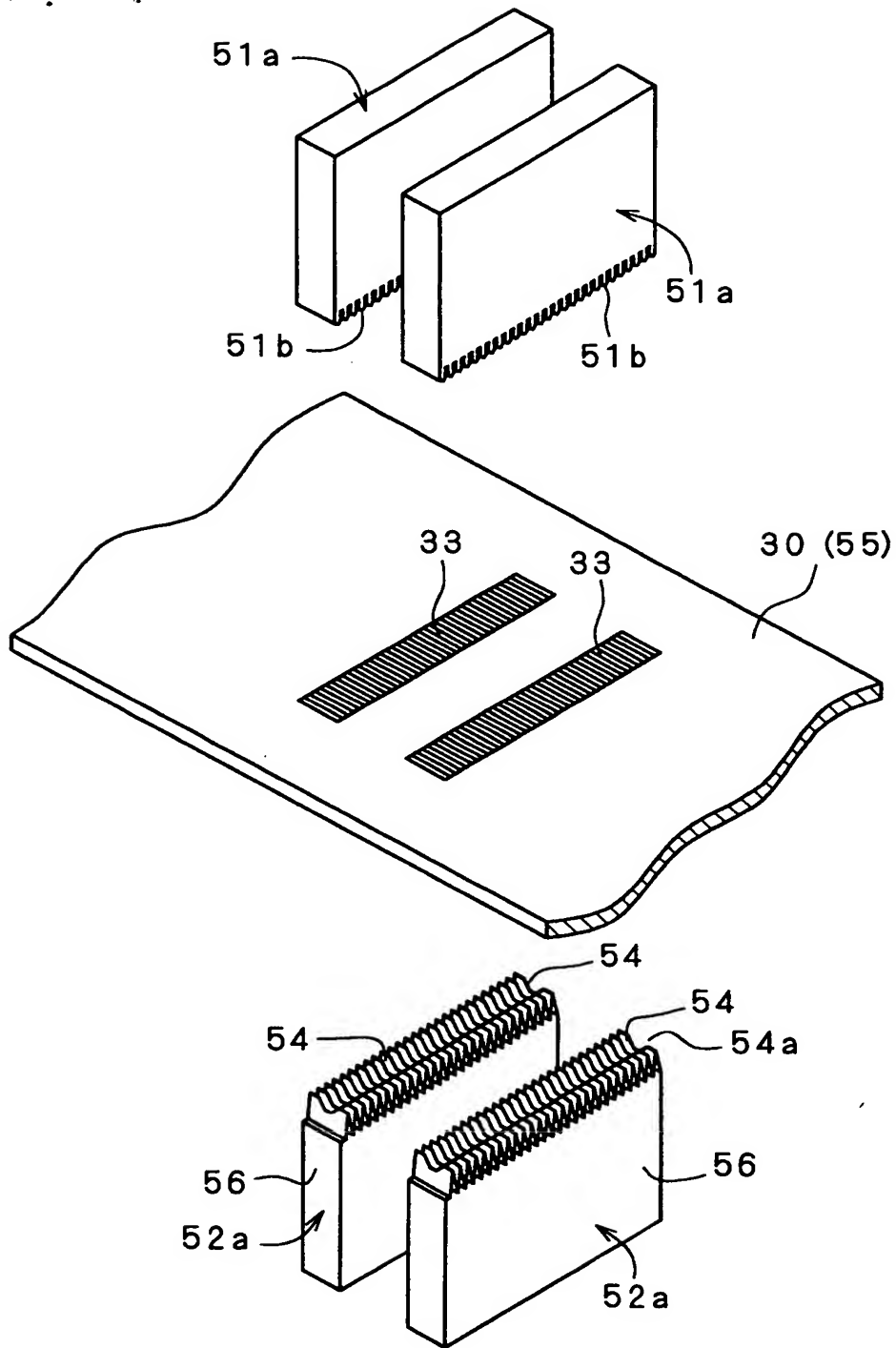
【図 9】



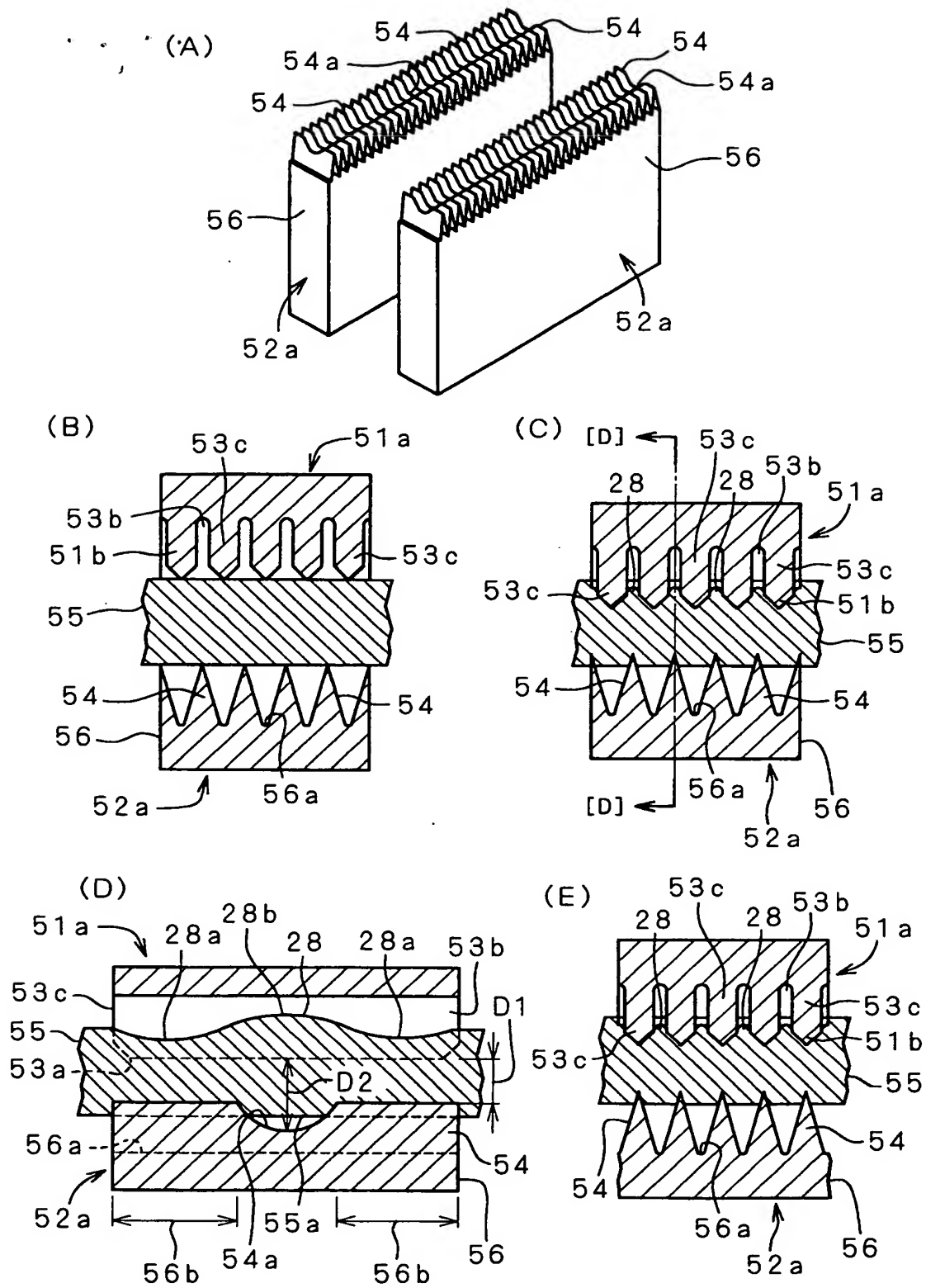
【図10】



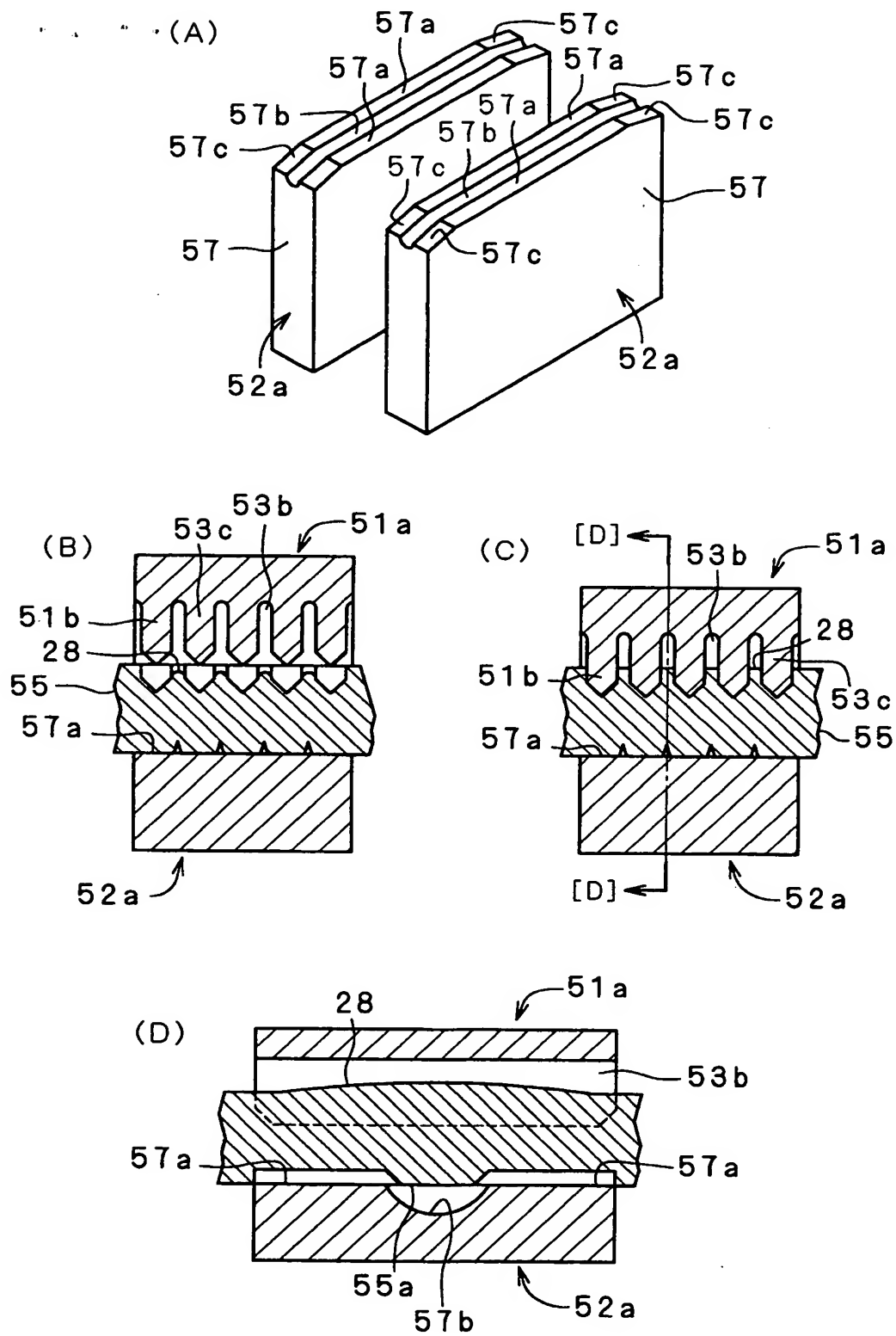
【図 11】



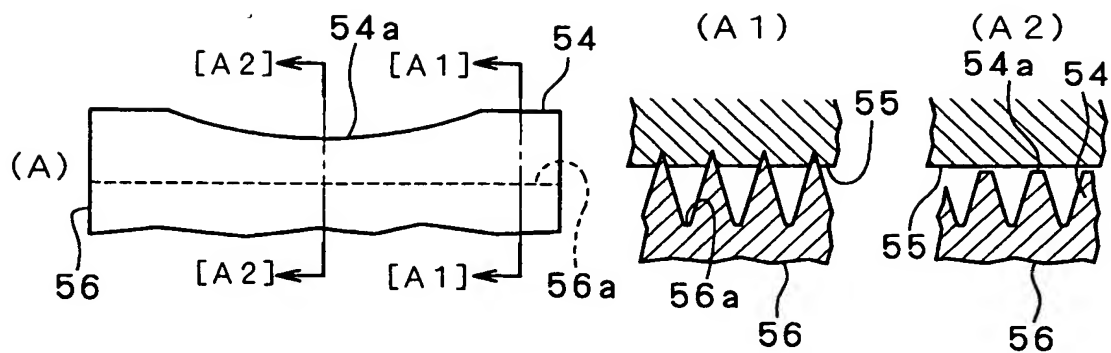
【図 12】



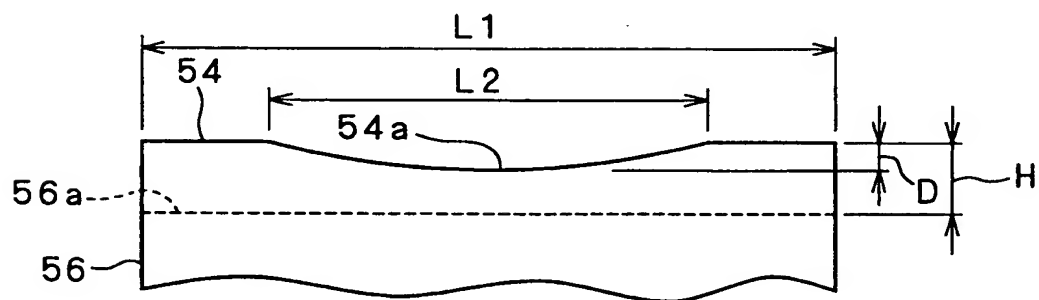
【図 13】



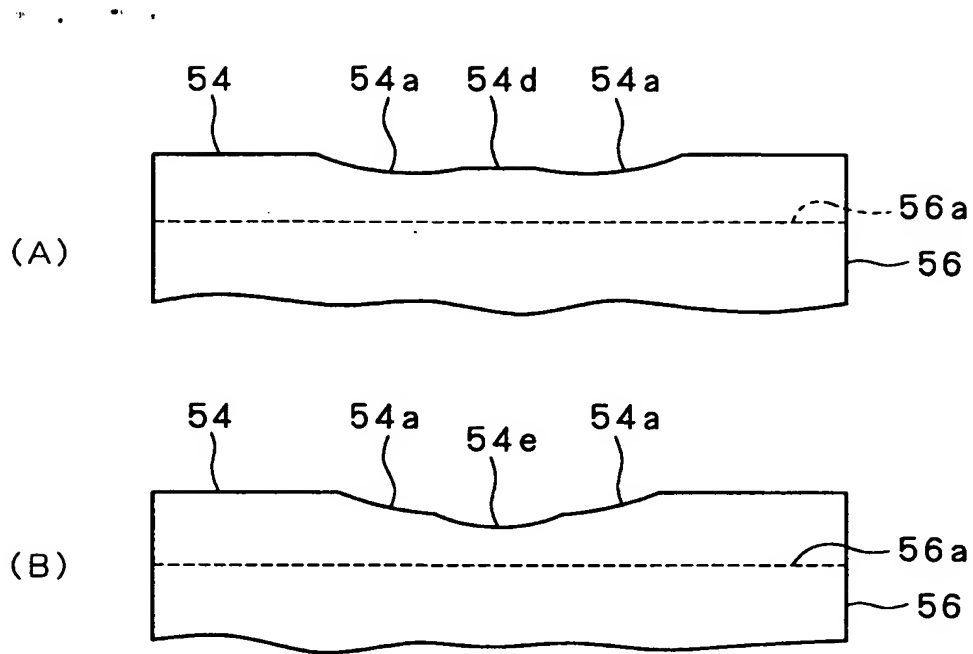
【図 14】



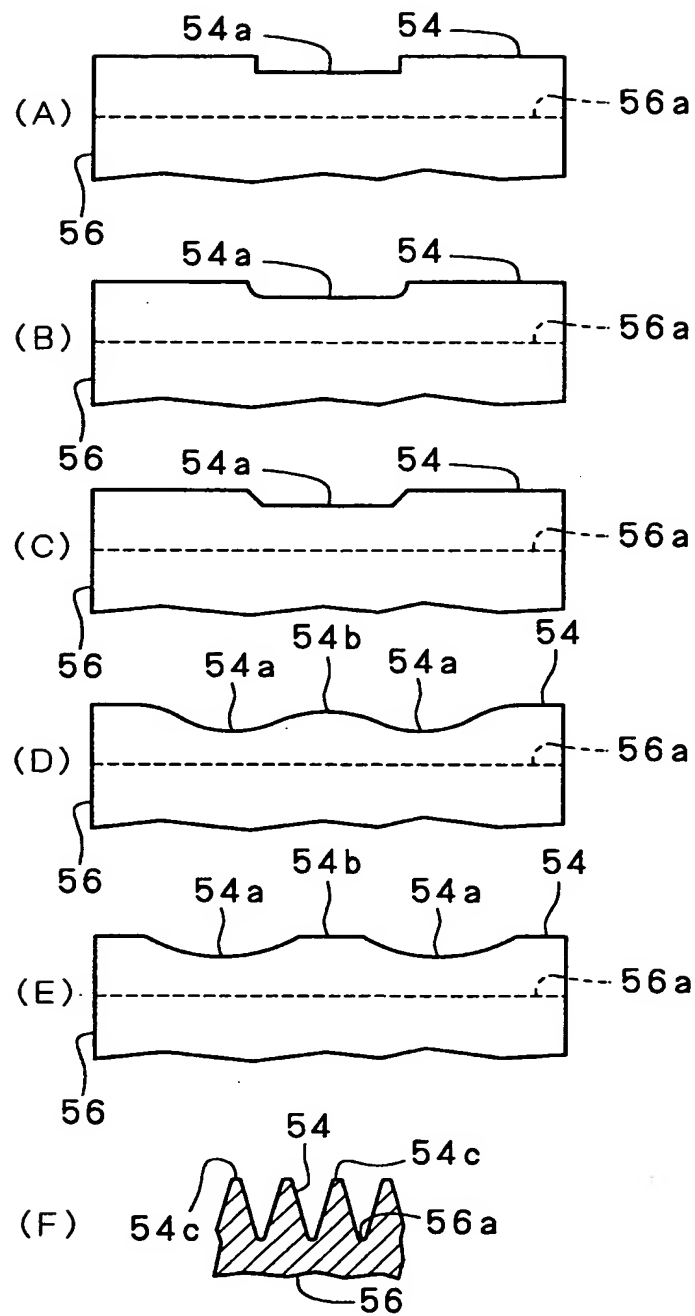
【図 15】



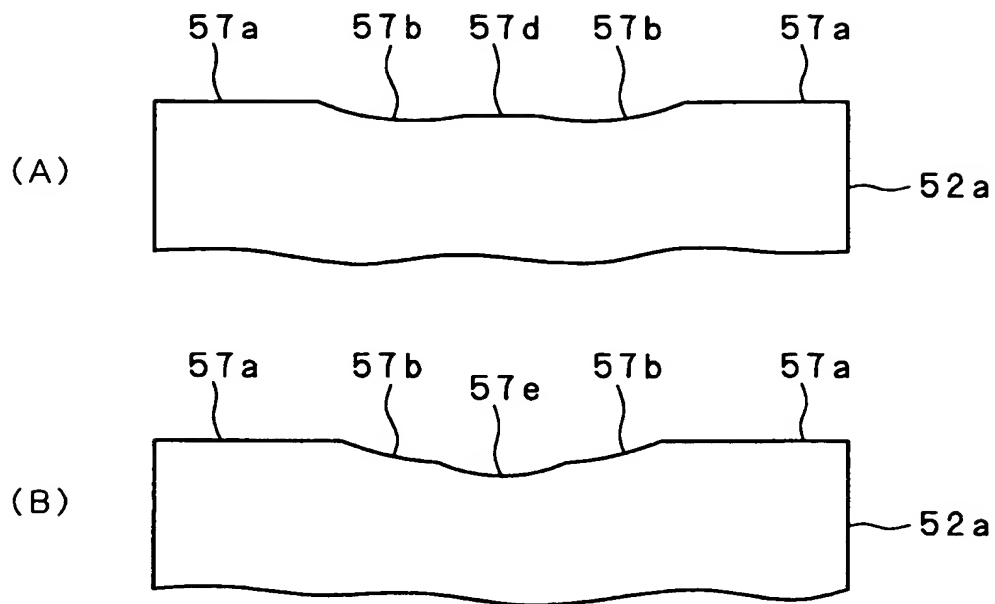
【図 16】



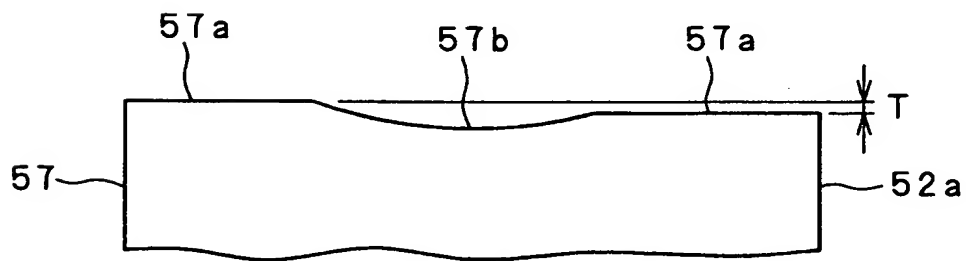
【図 17】



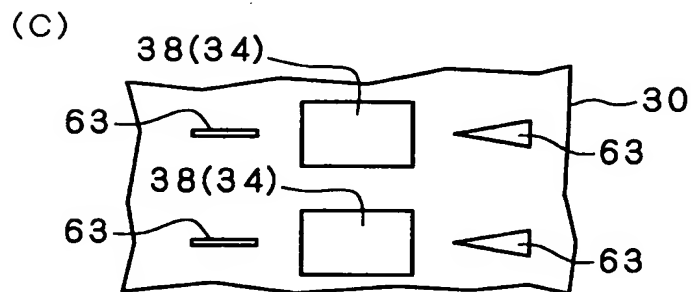
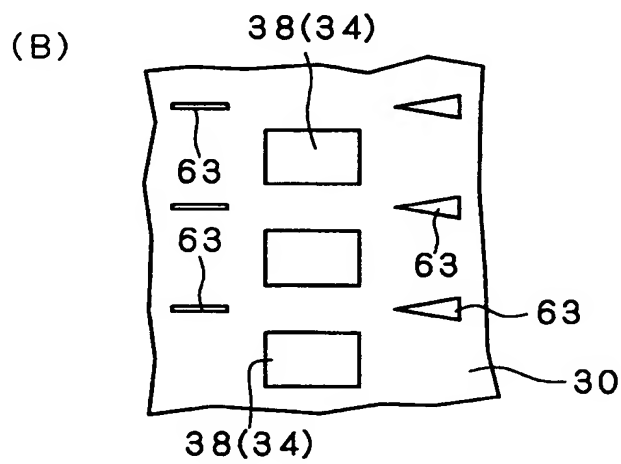
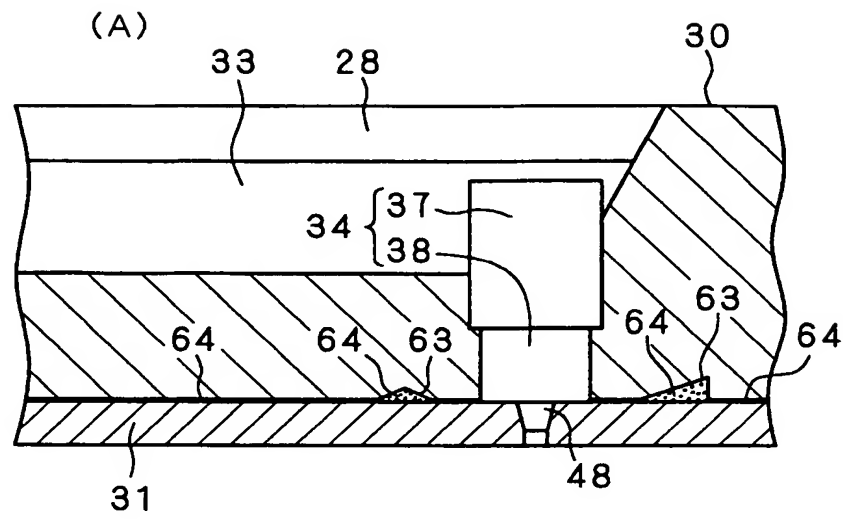
【図 18】



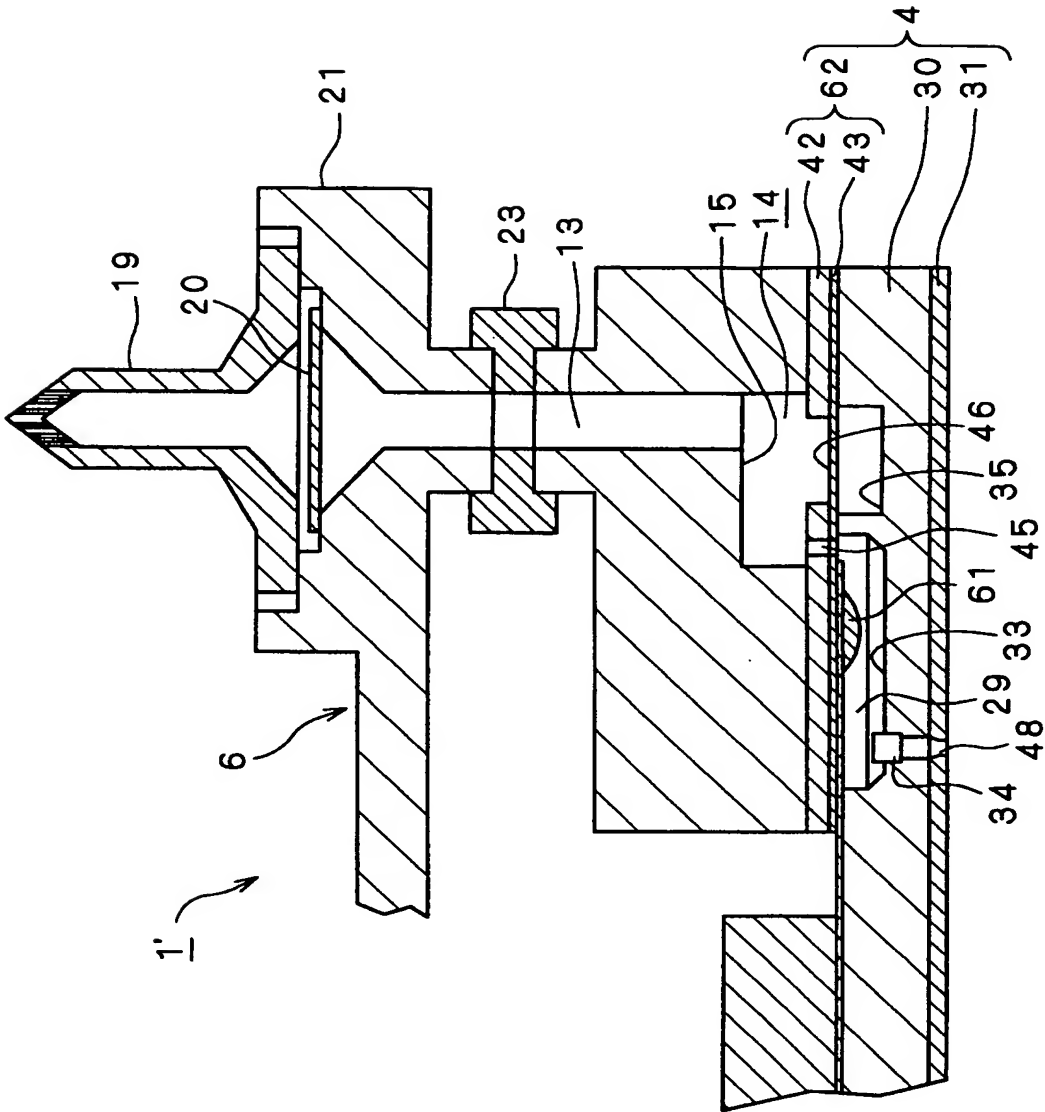
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】窪部の隔壁部を精密に成形し、圧力発生室等のための窪み形状を高精度の下で加工する鍛造加工パンチ、鍛造加工装置、微細鍛造加工方法、液体噴射ヘッドの製造方法およびそれによって得られた液体噴射ヘッド等を提供する。

【解決手段】金属素材板 30、55 に鍛造加工を行なう第 1 金型 51a と第 2 金型 52a からなる鍛造加工パンチであって、上記第 1 金型 51a には平行に配列された突条部 53 とこれら突条部 53 の間に形成された空隙部 53b が設けられ、上記第 2 金型 52a には中間部の高さが低く設定された凹部 54a が設けられている。このようなパンチを用いて加工することにより、凹部 54a の両側における素材 30、55 を凹部 54a 側に移動させて、空隙部 53b への素材流動量を可及的に均一化する。したがって、液体噴射ヘッド 1 は、その液体噴射特性が安定したものとなり、鍛造による加工簡素化により製造原価を低減できる。

【選択図】図 12

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 2 9 5 5 8 5
受付番号	5 0 3 0 1 3 6 4 7 3 6
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 5 年 8 月 2 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成 15 年 8 月 19 日
【特許出願人】	
【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100095728
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	上柳 雅誉
【選任した代理人】	
【識別番号】	100107076
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	藤綱 英吉
【選任した代理人】	
【識別番号】	100107261
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	須澤 修

特願 2 0 0 3 - 2 9 5 5 8 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社